

# Manufacturing<sup>®</sup> ENGINEERING 中国

面向中国的先进机械加工技术

2021.7

加工中心  
MACHINING CENTERS

自动化  
AUTOMATION

汽车制造  
AUTOMOTIVE MANUFACTURING

售价: ¥10

ISSN 2313-6073

sme 

# Mazak

## MAZATROL TWINNS

### 数 字 孪 生

灵活运用数字孪生、人工智能、物联网等新技术，打造面向未来的高科技工厂



**SMOOTH**  
PROJECT MANAGER

**SMOOTH**  
CAM Ai

**SMOOTH**  
TOOL MANAGEMENT



微信



网站

山崎马扎克（中国）有限公司  
地址：上海市闵行区金都路5131号  
电话：021-54832688  
传真：021-54832388  
网址：www.mazak.com.cn

全国统一免费服务热线

# 400-888-0266

AMAZING

PRODUCTIVITY



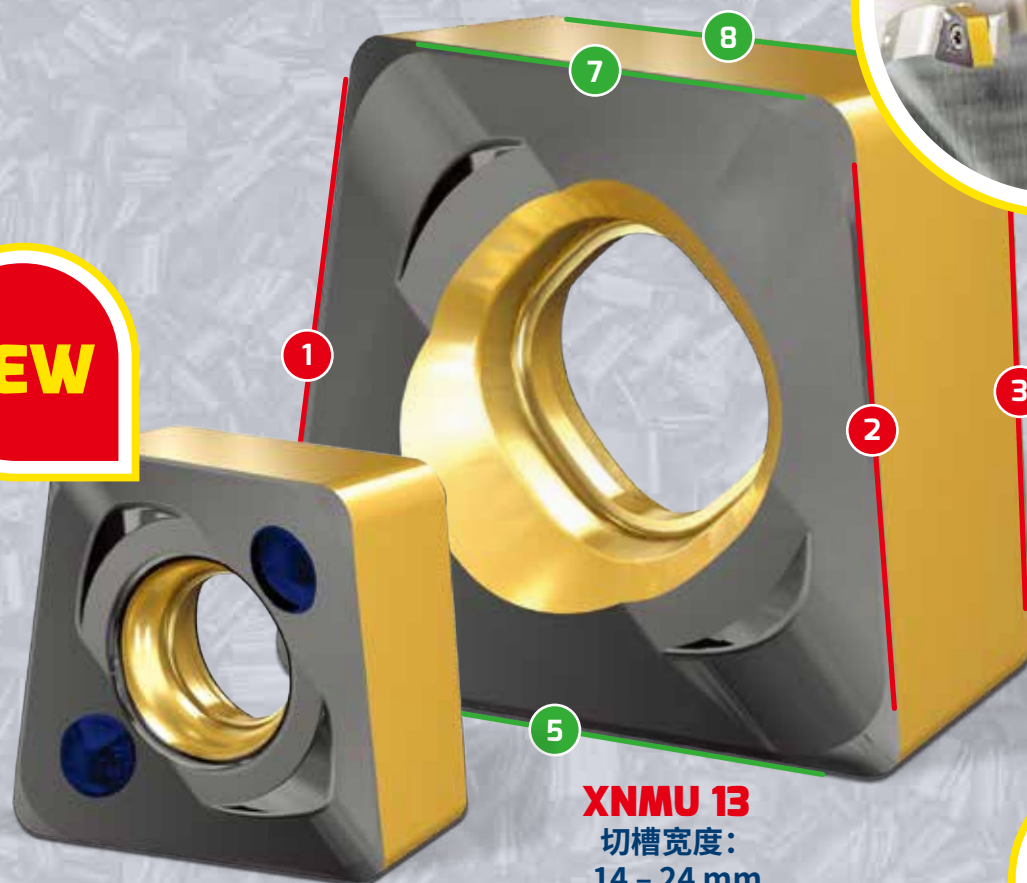
**HELISLOT**  
HELICAL SLOTTING LINE

**高效槽铣刀**

特别设计的扭转式大正前角双面  
刀片带4个右手及4个左手切削刃。  
切槽宽度范围为10-24 mm。



**NEW**



**XNMU 09**  
切槽宽度：  
10 - 14 mm  
铣刀直径范围：32-160 mm

**XNMU 13**  
切槽宽度：  
14 - 24 mm  
铣刀直径范围：40-200 mm

螺旋切削刃，  
切削轻快，  
干净利落



**NEOLOGIQ**  
MACHINING INTELLIGENTLY



# MARPOSS

## INNOVATION NEVER STOPS

### 创新，从未止步



## 电动汽车制造 您的专属合作伙伴

从内燃机向电动汽车的转变是目前汽车工业所面临的最大挑战之一，传动系统的转变正在创造一种新的“模式”，它需要在设计理念和生产方式上发展专业的技能。尽管电动汽车市场刚刚迈出了最初的几步，但新的机遇已经开启。马波斯凭借其在过程和质量控制方面积累的长足经验，以及创新的解决问题的能力，一直处在这一机遇的前沿。马波斯是您电动汽车制造的理想合作伙伴。



**MARPOSS**  
[www.marposs.com](http://www.marposs.com)

2021.7



关于封面图片：CBN刀具展成研磨是一种经济性、可替代刚玉研磨的加工方法。（图片由Liebherr提供）



### 加工中心 Machining Centers

- 4 **重型车削成功的秘诀是什么？**  
重型车削的成功，主要取决于车间中刀具、设备和工艺的选择。
- 8 **如何选择一台合适的CNC**  
这并没有你想象的那么难。
- 14 **磨削的精度和效率再创新高**  
在最大限度地提高生产率和高精度的同时，需要在材料去除率、热稳定性和砂轮磨损之间取得微妙的平衡。

### 自动化 Automation

- 20 **自动化加工车间？当然！**  
一个操作员有时可以监管多个机器人，而每个机器人又可以监管多个机器人。
- 26 **下一代的自动化**  
了解现实情况，避免陷阱。
- 30 **嘿，加工车间：该实现自动化了！**  
你认为自动化在多种类、小批量的环境中太难实现了？再想想吧。

### 汽车制造 Automotive Manufacturing

- 36 **机器人保证质量**  
Universal Robots公司的协作式机器人帮助制造商实现质量目标。
- 38 **可穿戴设备是年长工人的好帮手**  
波音公司、宝马公司、科莫公司、福特公司、通用汽车公司、现代公司和丰田公司都对此深有体会。

### 生产解决方案 Shop Solutions

- 42 **植物油助力降低成本，提高生产力**
- 44 **加工中心的占地面积和切割能力大大超过预期**

### 先进制造 Advanced Manufacturing Now

- 46 **CBN展成磨削：一种经济的选择**
- 48 **将精益思想应用于制造业**
- 49 **新兴公司推进增材制造的可持续性**

### 行业之声 View Points

- 56 **准备好迎接能源储存和计算方面的新领域了吗？**

Manufacturing  
ENGINEERING 中国

Industrial Communications Group Ltd.

魏斯礼 Bruno Wase-Bailey  
董事总经理 Managing Director  
www.ChinaEngineeringMedia.com  
www.sme.org/mechina

艾康商务咨询（上海）有限公司  
上海市静安区武定路555号8楼837室  
电话 Tel: 21 3251-7225

订阅期刊 Subscription: subs@icgl.com.hk

广告业务 Advertising:

中国大陆 China: 21 3251-7225 sales@icgl.com.hk  
北美 North America: Dave O'Neil, Manufacturing Engineering Media,  
313 425-3260, doneil@sme.org

本刊由西安交通大学机械工程学院组织编译。  
Translated by Xian Jiaotong University, School of Mechanical Engineering

2020年版权所有 © Copyright 2020 Manufacturing Engineering. All rights reserved. Society of Manufacturing Engineers及Manufacturing Engineering授权Industrial Communications Group Ltd.独家出版《Manufacturing Engineering中国》杂志。经授权的所有材料都隶属于 Society of Manufacturing Engineers. 未经书面许可，不得进行任何形式的复制和转载。  
国际发行刊号: ISSN 2313-6073

承印: 上海钦钦印刷科技有限公司 Printed by Shanghai QinQin Printing Co. Ltd.



用陶瓷刀具通过车削修复 50,000 磅 (22,680 公斤) 的备用辊。(图片由 Greenleaf 公司提供)

## 重型车削成功的秘诀是什么？

## What Makes the Cut in Heavy-Duty Turning?

重型车削的成功，主要取决于车间中刀具、设备和工艺的选择。

对于像 10,000 磅 (4,536 公斤) 的工作辊这样的大型零件，和小型零件的车削之间存在着本质的区别。其区别不仅在于所需的设备和刀具特性，对于整个加工工艺亦是如此。因此，对于大型零件车削加工车间来说，第一步就是要了解，完成这项工作所需的条件。

首先，搬运和定位 10,000 磅以上的大型零件本身就是一项艰巨的任务，您首先需要足够的线缆和起重机。然而，更重要的是需要经验丰富的员工。在移动大型零件时，“动量和惯性很可能将起重机拉离轨道，对于搬运工来说，必须有足够的知识和经验来应对这一切。”位于宾夕法尼亚州 Saegertown 地

区 Greenleaf 公司的销售和服务工程师 Denny Carpenter 说。该公司是一家刀具及夹持系统供应商。

在进行车削之前，车间还必须进行判断，他们那些原来用于车削中小型零件的设备，是否可以进行大、重型车削。“即使是大型零件可以勉强装夹上，也不意味这台设备就适合该项加工。”Carpenter 指出，“对于那些待加工的大型零件，机器必须要有足够的刚性、扭矩和功率。”如果一台机器无法满足这些要求，Carpenter 补充说，那它将无法充分发挥刀具和刀柄的全部加工潜力。

要确定一台设备是否能够车削大型零件，首先要检查马力，德州 Arlington 地区

Iscar Metals Inc. 公司的全美车削和螺纹产品专家 Ron Crane 建议。该公司是一家硬质合金刀具制造商。Crane 说，对于重型车削，最低要求为 50 马力 (37 千瓦)。他说：“如果低于该要求，设备就很有可能卡壳，或者无法充分发挥刀具的功能。”

### 冷却中的特殊因素

除了匹配合适的机床外，车间还需要为车削过程中的其他重大差异做好准备。例如，切削刀具制造商 Sandvik Coromant 美国东部公司 (Fair Lawn, 新泽西州) 的产品经理 John Winter 说，重型车削通常需要更长的加工时间，因此，必须考虑特殊的冷却系统。例如对于新型的火车车轮

# 使用便捷，完美应对小型工件

松浦机械加工中心MX-330 PC10

## MAXIA

Innovation by Matsuura

- 适用于小型工件加工，使用方便，具备自动化功能，配有清晰·明确·正确的新型操作面板，属于入门级5轴机床
- 配有3种高刚性主轴，从铝材的高速切削到难加工材料均可全面对应，主轴与工件的可接近性佳，设置方便，操作性优异。
- 采用可收纳90把刀具的链式刀库和PC10(托盘类型为CAPTO C6)的自动化套装，可构建节省空间的自动化系统。



阀体



气缸阀



人工心脏模具



卡盘上爪



支架



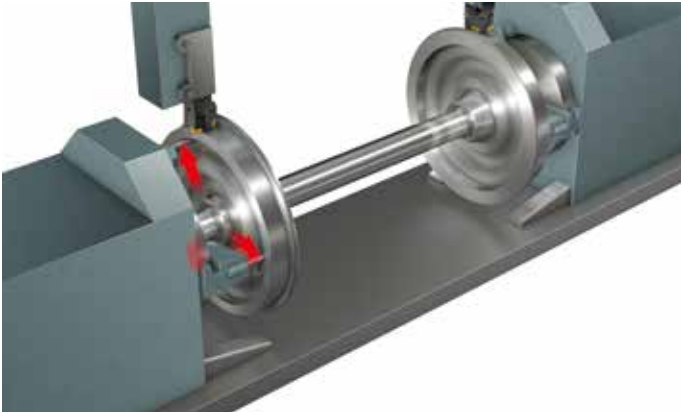
株式会社 松浦機械製作所

总部、工厂：〒910-8530 日本福井県福井市東森田4丁目201番地 TEL: +81-776-56-8100

日本株式会社松浦机械制作所上海代表处

上海市仙霞路88号 太阳广场 E301A TEL: 021-6278-2791

www.matsuura.co.jp



火车轮的车削修复是成套进行的。  
(图片由 Sandvik Coromant 提供)



Heliturn 刀具具有螺旋形的切削刃。  
(图片由 Iscar Metals Inc. 提供)

车削, Sandvik Coromant 所提供的刀柄在刀片上下方均布有高压喷嘴, 可以很轻易的将冷却剂导入切削区域。

然而, Carpenter 说, 在绝大多数情况下, 车削都是干式的。其中一个原因是, 在这些应用中, 以传统的方式添加冷却剂可能会将现场弄得脏乱不堪, 因为大多数的大型机床都是开放式的。

“如果在一个不封闭的环境中, 你在车削时往一个直径为 5 英尺 (1.5 米) 的回转体上喷洒冷却剂, 它就会溅的到处都是, 这将给操作人员带来巨大的健康危害。” Carpenter 说。

切削刀具制造商 Walter USA LLC (Waukesha, 威斯康星州) 的产品经理 Sarang Garud 指出, 与小型零件的车削相比, 大型零件的干式车削意味着“大量的热量积聚”。然而, Garud 补充说, 这并不重要, 因为用于重型车削的刀片比标准刀片厚得多, 并且材质更加坚硬。

除了基体外, 大型干式车削同样要求刀具涂层能够承受更长时间的加工热量。



这种大型的矩形刀具带有一个重型断屑器, 可用于火车轮的车削加工。  
(图片由 GWS 工具集团提供)

切削刀具制造商 GWS 工具集团 (Travis Coomer, 佛罗里达州) 的刀具产品经理 Travis Coomer 说, 为了提升涂层技术, 使其能够耐受更高的高温, 我们已经完成了多项研究, 其中之一就是在涂层中加入铝, 尤其是 Al10 材料。

在重型车削中, 为了在提供冷却的同时保持干燥, Greenleaf 建议工厂用冷空气取代传统的冷却剂。除了冷却刀片外, 空气还能按照既定方向将切屑吹走。更重要的是, 使用冷空气可以降低传统冷却废液的处理费用, 并消除人们对环境保护的担忧, Carpenter 解释说。

## 刀具和刀柄要求

一般来说, 重型车削都需要用到有强大的硬质合金基体和厚涂层的刀片, 因为这两种特性决定了刀片能够承受更大的切削力。尽管该类刀具通常大于小型车削所用的, 但是在大多数情况下, 人们也不需要大型车削专门定制刀具, Winter 表示。

Garud 说: “在 Walter 公司, 我们有一些较为新颖的技术, 可专门用于重载和大型部件的加工。但在大多数情况下, 符合 ISO 标准的刀具都可以胜任。”

Seco 刀具有限公司 (Troy, 密歇根州) 的 ISO 车削和先进材料产品经理 Aaron-Michael Eller 说, 如果想要在重载车削过程中提高金属去除率, 车间就应该去寻找切削深度更大的, 更为坚固的刀具。Eller 说, 虽然行业标准的刀具 IC 尺寸是 1/2 英寸 (12.7 毫米), 但那些用于大型车削的刀具, 其 IC 通常高达 5/8-1 英寸 IC (16-25.4 毫米), 并且还具大型的断屑槽, 以最大限度的提升进给速度。

对于大型车削, 一个典型的例子是 Iscar 公司 22 毫米高的 Heliturn 型刀具。Crane 称这种刀具为“大型硬质合金”。该刀具每次能够去除 1 英寸以上的材料。

Heliturn 刀具的几何形状并不是平的, 而是具有以硬质合金立铣刀为模型的螺旋形切削刃。Crane 表示, Iscar 公司估计, 在加工过程中, 螺旋形设计可以减少大约 15-20% 的马力消耗。

他表示这将使工厂获益良多。“相比于让设备在 100%, 即 50 马力 (37 千瓦) 下工作, 他们现在可能只需要 35-40 马力 (26-30 千瓦)。以这种方式节约下的马力, 可以让他们实现更大的切深, 从而带来更高的生产力。”他说。

除了切深以外, 用于重型车削的刀具还必须能够适应长时间加工。在这些应用中, “您可能需要连续不断的加工 45-125 分钟, 因为待加工工件都非常大。”Eller 说。他建议使用具有化学气相沉积 (CVD) 涂层的切削刀具, 以提升加工性能。

重型车削的另一个重要考虑因素是切削刀具的刀刃, 刀刃必须能够应对所面临的各种特殊情况。Carpenter 说: “如果有孔、鳞片或铁锈, 那相对于干净的表面, 我们也将使用完全不同的刀刃。”他解释说, 在切削中, 人们的想法是始终将切削力从边缘引向底部, 因为底部最为坚固。他说, “刀刃边缘预处理”对重型车削特别重要, 因为在这类加工中, 刀具将承受更大的切削力。

除了切削刀具, 车削大型零件是还必须要考虑刀柄。Garud 指出, 在许多情况下, 重型车削会产生大体积, 高温度的切屑。以至于会对标准的刀柄造成损伤。他建议



车间针对重型加工制作特殊的刀柄，或者在车削大型零件时，加入断屑器。

除此外，还需要降低切削过程中刀具上的负荷。“这一切都与刚性有关。”Coomer说，“你需要在刀具中建立一个积极的锁定器，以保持加工中的刚性。”为了提高夹持的刚性，他指出，许多刀具的底部都带有额外的凹痕，以提升与刀柄之间的夹持力。

另一个在重型车削中提升夹持力的选项是Iscar的Dove IQ-Turn。这个系统的特点是，在刀片的外部有一个V形的肋条，以及在刀柄上铣出一个相同形状的凹槽。当肋条嵌入相应的凹槽时，将牢牢地夹持住刀具，防止其因加工中的切削力而移动，Crane说。

## 车削技术的发展方向

重型车削技术的最新发展包括刀片设计、刀具材料和涂层方面的进步。其设计上的进步之一是减少了大型重型零件粗车时可能引起的振动，这种振动能够通过Garud所说的，Walter公司HU5几何形状的刀具所具有的“软”切削刃而得到减少。

Garud解释说，在这种情况下，软切削刃并不是硬的反义词。相反，它是一种能产生软性切削作用的刃口，该刃口能够降低对切削力、马力和攻坚硬度的要求。他说：“采用软切削刃进行重型加工是一项独特的技术。”

Walter表示，通过HU5几何形状实现软切削工艺主要依赖于弧形切削刃和深排屑槽，该设计使得在高进给率下也能实现低切削力。而Garud则指出，这种几何



由于具有弯切削刃和深排屑槽，HU5刀片即使在高速进给率下也将产生较低的切削力。（图片由Walter公司提供）



图中为使用带有CVD涂层的硬质合金刀具加工专用的高强度钢船轴。（图片由Seco刀具提供）

形状是粗加工不锈钢、钛和高温合金的不二之选。

Greenleaf最新的陶瓷刀片牌号为Xsyтин，该材料是专门为重载车削和其他困难的加工工作而设计的。Carpenter将Xsyтин描述为一种“相位增韧”材料，该材料通过将分子以特定的形式排列在一起，变得尤为坚固。他说：“这种方法能够制造出有史以来最坚固的陶瓷刀刃。”

Greenleaf声称，Xsyтин比其他任何牌号的陶瓷刀具适用性都要广。Greenleaf表示在对包括铁、耐热超合金、钢合金和不锈钢在内的各种材料进行粗加工、断续切削和除垢时，都推荐使用Xsyтин。

许多影响重型车削刀具的技术发展，都涉及到了涂层。其中之一就是高功率脉冲磁控溅射（HIPIMS），一种基于磁控溅射沉积的薄膜物理气相沉积（PVD）的方法。研究显示，HIPIMS涂层应该可以延长工具的使用寿命。Coomer报告说，他的公司在火车车轮车削时，通过HIPIMS涂层时取得了良好的效果。

同时，在Seco公司，Duratomic刀片涂层技术的引入是对大型零件车削的发展最重要的里程碑，Eller说。Duratomic CVD氧化铝涂层工艺能够在原子水平上操纵涂层成分。Seco公司声称它可以通过控制涂层的原子结构保证刀片始终以最佳位置参与切削。该公司通过引入该技术，提升了刀具的耐磨性和边缘韧性。

Eller强推TP0501 Duratomic牌号的刀具作为车削大型钢件的良好选择，因为它能够在长时间的切削中保持稳定。此外，Seco表示，TP0501的耐热性能使其在不需冷却剂的情况下最大化金属去除率。

## 晶体排列

Sandvik Coromant的刀具涂层技术也取得了进展。该公司指出，在传统的CVD氧化铝涂层中，晶体的生长方向是随机的。然而，在该公司最新研发的Inveio刀具时，其专家找到了一种控制晶体生长的方法，使所有晶体朝同一方向排列，从而可以是其中强度最高的部分朝向涂层的顶部表面。

除了强化涂层和提高耐磨性外，Sandvik Coromant还声称Inveio的晶体排列能够将热量从切削区引开，这有助于使刀片的边缘在更长的切削时间内保持原有形状。

这些例子均表明，尽管重型车削带来了许多特殊的问题。但头部的刀具供应商们可以为试图应对这些挑战的车间提供更多的帮助。

[www.gwstoolgroup.com](http://www.gwstoolgroup.com)

[www.greenleafcorporation.com](http://www.greenleafcorporation.com)

[www.walter-tools.com](http://www.walter-tools.com)

[www.iscar.com.cn](http://www.iscar.com.cn)

[www.sandvik.coromant.com](http://www.sandvik.coromant.com)

[www.secotools.com](http://www.secotools.com)



# 如何选择一台合适的 CNC

## Tips for Choosing a CNC

这并没有你想象的那么难。

与大多数制造业的数字架构一样，计算机数控系统（CNC）近年来也得到了飞速发展，为我们带来了更快的处理速度，更先进的算法，同时也提供了更简单、更直接的用户界面。那么，如何来选择不同的数控系统呢？需要始终坚持一个吗？又如何引入新的版本，或者说全新的数控系统呢？

让我们一开始就把一个关键问题说清楚：选择可能远超你的想象。正如伊利诺伊州，Schaumburg 市 Heidenhain 公司的机床业务发展总监 Gisbert Ledvon 所解释的那样，许多人认为他们只能获得销售人员所介绍的，或者广告中所演示的控制能力。但通常情况下不是这样的。他以 DMG Mori 为例，该公司是一家大型精密机械制造商。他说：“您可以购买一台带有 Heidenhain 控制系统的 DMG 机床。并且该控制系统也可以是 Siemens 的或者 FANUC 的，此外机械装置、铸件、滚珠丝杠、服务支持等等都是一样的。”或者你也可以像 FANUC 美国公司（霍夫曼埃斯特茨，Illinois）的数控工程经理 Paul Webster 所说的那样：“虽然是机床制造商来选择用什么系统。但其实这一选择都是基于用户的实际需求。”

### 易用性的考虑

对许多工厂来说，简单易用是选择数控系统的首要考虑因素，这可能是由于市场上熟练工正变得越来越稀缺。Webster 说：“大多数时候，他们想要工厂里已经有过的东西。而追溯到 70、80 甚至 90 年

大型触摸屏是新一代机械师的首选，如图中 Heidenhain 的产品所示。（图片由 Heidenhain 提供）

代初。FANUC 的数控系统是最可靠和稳定的。”虽然行业内对 FANUC 控制系统的用户友好程度有一些争论（并且争论还有越来越激烈的趋势），但不得不承认该系统是无处不在的。“FANUC 的用户界面在 40 多年中不断被优化。”Webster 观察到，“并且在许多工厂中，人们仍在使用 30 多年前的 FANUC 6M、6T 和 10T 控制器。”这也说明，FANUC 的控制器能够适应工厂中几乎所有需要数控系统的设备，无论是作为运动控制器来控制传送带等辅助设备，还是用来控制冲床、五轴加工中心，亦或是有八个独立主轴的索引车床，甚至还可以对每个主轴进行独立控制。“虽然它们是不同类型的控制系统，但它们的动作和使用感觉都非常相似。”Webster 解释说，“因此，机床操作工也可以 0 学习成本的对辅助设备进行操作、排故和维护。”

位于伊利诺伊州 Elk Grove Village 的 Fagor Automation 公司美国区域销售经理 Todd Drane 也认为，在制造业的不同领域对控制系统进行标准化是有意义的。而且，Fagor 公司也在不同的应用中实现了相同的用户界面。Drane 说：“在 Fagor 自动化公司，如果你学会了我们的车削数控系统，那么你也可以同时使用我们的铣削数控系统，因为创建和执行程序的菜单和方法是相同的。当然，在车床上，你要调用与铣床不同的加工循环，但调用的方法是

相同的。显而易见的好处是，提升了车间中人员的互换性和通用性。”Drane 补充说，Fagor 还为各种应用开发了 CNC，这些应用包括“磨削、激光、刨削、水刀和通用运动控制应用，远远超出了传统铣削和车削的范畴。我们也有能力在我们所有的数控平台上快速而便捷地定制的编辑器、屏幕、页面和程序。因此，无论客户需要什么，我们都能够胜任。”

Webster 和 Drane 都指出，用户界面或 HMI（人机界面）是一个关键考虑因素。但严格来说，人机界面与数控系统不同，在某些情况下，机床制造商会使用自己的定制人机界面。制造商更有可能为专门的应用（如磨削）这样做，有时他们这样做是为了创造比所谓“通用形”界面更有竞争优势。Ledvon 指出，Heidenhain 是一个例外，因为“整个用户界面、键盘和触摸屏无处不在彰显着它的功能，除了他们自己，外人很难对此进行调用。”对于这些变化以及他们的产生原因，已经超出了本文的讨论范畴，现在我们将集中讨论头部的数控系统供应商，以及他们的产品之间的区别。

广义上讲，我们在前面所提到的无处不在的 FANUC 控制，是一种通过键盘输入 M&G 代码的编程。该方式不是很华丽，但是非常的容易上手，因为几乎所有人都知道它的用法。当需要进行五轴加工时，工程师们会通过 CAD/CAM 软件包创建加

工程序，并使用处理器生成 M&G 代码，最后在设备上运行。用户通常不会在控制器上直接编写五轴加工程序。Ledvon 说，现在人们不仅仅局限于用抽象语言来定义一条线或一段半径。我们正朝着对话式编程的方向发展。这将为人们带来“更短，更清晰的指令，例如直接命令‘我想进行钻孔’或‘控制 x 轴移动’。您只需要回答几个简单的问题，剩下的都交给控制器即可。这就是我们在做的，这一切也将使互动更为简单。我们也将有更大的触摸屏，以及类似智能手机的操作（例如手势控制）来进行标记和复制，并实现其他更为复杂的功能。

这些变化都是该领域内年轻一代的机械师所推动的，但 Ledvon 说，年长的操作员也非常认可这些技术，尽管他们可能需要一段时间去掌握。他说：“根据我的经验，大约 3 到 6 个月的适应期之后，他们就再也不想用回老（编程）方法了。”

Heidenhain 长期以来都在采用对话式的方法，同时，FANUC 也并没有放弃努力。该公司在 2016 年推出了一个名为 iHMI 的友好性升级的触摸屏界面，并在过去几个月里推出了重大改进。例如，FANUC 美国公司的全国销售经理 Jody Michaels 说，在早期的界面中，误差补偿非常困难，通常需要 FANUC 的专家来操作。而现在已经简化成了人机界面上的一个图标。“您只需要将误差填入空白处并按下循环即可



60 多年来，Cox Manufacturing 公司一直为包括航空航天、国防、枪械、石油和天然气、电子和医疗在内的各种行业提供高质量的加工服务。该公司的机床采用了标准化的 FANUC 数控系统。图中为公司总裁 Bill Cox 在操作他们的 CNC。（图片由 FANUC 提供）

完成。” Michaels 解释说，“显然，您必须确保测量设备先安装到位。但是这一切，就是这么简单”

FANUC 还将一些测量程序分解出来，用户可以直接调用这些程序，而不必通过旧菜单。此外，它还添加了从外部导入刀具数据（包括额定进给量、速度、涂层和其他描述性信息）的能力，这种做法在业内很常见，之前 FANUC 还抵制过该方法。

Michaels 还说，FANUC 的 iHMI 现在能够直接将零件的实际几何形状导入对话程序中。“之前这仿佛是天方夜谭。现在您可以直接导入 DXF 文件、IGES 文件或实体模型，这样你就可以直接生成程序，而不必在控制器上进行编程。这对我们来说是一个很大的突破。” Ledvon 说。这种能力已在欧洲得到了广泛应用，并且在北美也正变得流行起来，特别是对于简单零件和中小型加工车间。“利用 CAM 导入器将 DXF 或 IGES 文件直接在控制系统中转换为可加工的程序，比回到 CAD/CAM 人员那里排队等候输出要有效得多，因为这样可以同时为 5-10 台设备提供支持。” Ledvon 还认为这将有效提升操作者的控制权，并有助于提升整个行业的人员稳定性。

不过，Webster 还是认为不要对用户界面进行彻底的革新，否则可能将带来灾难性的后果。例如说汽车无论如何更新换代，它的油门和刹车位置一定都不会互相变化。他说：“我们正在被拉向两个



Fagor 的控制装置在同一台 CNC 上同时采用了 G 代码和对话式编程系统，除此外还有板载的 CAD/CAM 系统、交互式编辑器和帮助模式。（图片由 Fagor Automation 提供）

方向，因为那些被 FANUC 充斥的工厂并不想做出改变。所以我们要保留相似性。但现在，从学校新鲜出炉的操作员已经习惯了智能手机，他们会非常习惯触摸屏。iHMI 允许一些较新的风格，但不会将我们与现有的界面拉得太远，以至于使人们感到不适应。”他补充说，“绝大多数 FANUC 的数控系统都在使用 FANUC 的数控系统界面，只有少数会进行定制。少数只是针对具体情况，例如用于维护屏幕，换刀操作或其他不由数控系统本身定义的

部件。”

就其本身而言，Fagor 在同一台 CNC 上同时采用了 G 代码和对话式编程系统。

“再加上板载 CAD/CAM 系统、交互式编辑器和帮助模式，以及在车间里从键盘上直接触摸到加工手册的便捷，一旦程序操作员学会并理解了这些数控系统（通常这一学习过程可在一天内完成），他们就可以在这个相同的平台上叠加其他的新功能。因此，车间操作员可以在他们已经熟悉的平台上学习新的技术功能。这为操作员带来的便利是显而易见的，因此我们看到了该系统被越来越多的人所接受。”

精度和其他性能

除了易用性，其他的关键考虑因素还包括加工精度、速度和可靠性。据说 Heidenhain 和 Fagor 是唯一能够提供整个运动控制系统的厂商。正如 Ledvon 所说：

“您可以从我们这里购买到驱动器、光栅尺、编码器、电机和控制系统。你如果购买第三方的产品，当涉及到微小误差和表面处理时，难免会有差强人意的地方。”

他认为 Heidenhain 在精密加工行业的领先地位要归功于这一因素，并补充说：

“在 99% 的情况下，当机床制造商选择 Heidenhain 的控制时，会选用他的整个系统。即使我们不卖电机，我们也可以保证，Siemens 的电机里都在使用我们的编码器。”



边缘计算就是将大部分计算和处理保留在边缘设备上，而不是 CNC 上，这保证了机器可以在同一时段实时运行。从而扩展了数控系统的能力，提升了不同数控系统间的可替代性。（图片由 Siemens 提供）



关注微信公众号

china@mastercam.com

# Mastercam 2022

## CAD/CAM SYSTEMS

### SHAPING THE FUTURE OF MANUFACTURING™



铣削



车削



车铣复合



五轴加工



线切割



Mastercam for  
SOLIDWORKS®



设计

Webster 指出，所有 FANUC 的控制装置“都是以纳米为单位的。但在实际使用中，大多数光栅尺的精度都无法达到纳米量级。但我们的 CNC 并不会损失分辨率。所以如果精度达不到，这一定是机器的问题，而不是光栅尺的问题。光栅尺制造商说他们的产品比夹具精度更高，而夹具制造商又说他们的精度会比刀具更高。这都是很有道理的。但数控系统一定不是精度短板，并且远远不是。”他补充说。FANUC 有自己的电机和编码器，其每转有多达 3200 万个脉冲。“对于单次旋转中，3200 万个脉冲绝对是个天文数字。”这就是我们在赢得用户信任方面，赖以生存的法宝。

在速度方面，相比于过去几年，顶级数控系统由于使用了更先进的 CPU 和更大的内存，也取得了跨越式的发展。但是，除了在原始处理能力方面，我们还需要以更智能的方式来提升效率。这就包括了自适应控制功能，他可以根据刀具负载自动匹配进给率，并进行自动化伺服调谐。

上述功能通常依赖于专业的数控系统制造商。但现在，FANUC、Fagor 和其他公司的数控系统现在更善于“检查所有驱动器和电机的各项反馈，并将它们自动调节到最佳设置。”Michaels 解释说。这种情况在加工负载重量过大，或改变设置时，都将使你获益良多。

Ledvon 强调，Heidenhain 公司正致力于在其对话式菜单中增加功能。“例如，夹具研磨现在是控制器的功能之一。我们可以用摆线铣削来做凹槽加工。原先你需要依赖于 CAM 的事情，现在可以完全在控制器上完成。我们的目标是在五轴机床上，通过单一的设置来完成更多的工作。”他说，“在加工完成后，您不必再将工件从五轴机床上卸下，之后到磨床上去加工特殊的特征。您现在可以在五轴机床上同时完成这两项功能，即可以通过一台 CNC 来进行多功能管理。”Ledvon 还观察到，配备了 Heidenhain 光栅尺的机床“其精度堪比 CMM，这样至少你可以在零件卸载之前，进行一下在位检测。”同样他认为，这是机床作为“神经中枢”的众多方式之一。也为工厂提供了大量的有用信息。

Siemens Industry 公司 (Elk Grove Village, 伊利诺伊州) 的产品经理 Tiansu Jing 提供了一个不同的思路：边缘计算。通过该功能，可以将大部分计算和处理保

留在边缘设备上，而不是 CNC 上，这样就不会影响设备的运行速度。“过去，不同的数控系统专注于不同的应用，而所有的相关功能则都是由供应商开发。”他解释说，“许多车间因为这种差异而选择了一种特定的控制方式。而边缘计算则打破了这种界限，扩展了数控系统的能力边界。”通过边缘计算技术，可以在不同的应用中带来更高的机器性能，以提高加工质量和生产率。”他还补充说，通过将 CNC 连接到边缘设备、本地服务器和云端：“就有可能通过云端的应用程序向终端客户，针对不同的应用实体来提供专业知识。”

在一个类似的问题上，Jing 说：“远程服务的可靠性和性价比都在提升。客户可以通过完整的数字双胞胎方案来排除问题。该方案不仅包括虚拟数控系统，还包括虚拟机床机械，机床制造商和数控系统供应商的全面复制。这种方法可以大幅度减少因碰撞而造成的停机时间，最终提高终端用户的生产力。同时，这也将极大地降低机床制造商的服务成本。”

## 是什么使 CNC 专家抓狂？

事实证明，那些头部的 CNC 供应商经常会发现，他们的客户并没有发挥出那些昂贵的 CNC 系统的全部潜力。据 Michaels 说，在五轴加工中继续使用逆时针法就是一个典型的例子。“我们现在终于开发出了刀具中心点控制、公差控制和加工条件功能，在这些功能中，你可以在程序中独立完成快速粗加工和慢速精加工。”他说，“但即使过了这么多年，仍



在当今的 CNC 中，一个越来越流行的功能是能够将 DXF 或 IGES 文件直接在控制器中转换为可加工的程序。(图片由 Heidenhain 提供)

然还有人要求用他们现代的 CAM 软件来生成具有 G93 逆时针代码的程序。”而相对于老方法，新方法不仅效率更快，而且能加工出更优秀的表面质量。

Ledvon 说，用户往往没有充分利用控制中的集成加工循环，而这一循环可以帮助用户更有效的制造零件。他举了一个例子：客户会忘记，可以通过在触摸屏上点击右键开始另一个循环。这位客户想在他的程序中增加一个钻孔循环，所以他用他的 CAM 软件创建了大约 200 行代码，而他本来只需要简单地按下箭头就可以完成这一切的。

“许多人认为控制系统这几年并没有什么进展。”他观察到，“并非如此，这就是我们要不断进行培训的原因。”

Webster 说，故步自封不接受现代 CAM 编程能可能会导致生产力停滞不前。甚至有时只是忽略了最新的后处理程序。“人们有时候会放弃一些有用的 G 代码程序。通常要么是他们不知道这一功能，要么是他们的 CAD/CAM 系统不支持。”他解释说，“我们仍然看到很多人直接用 G-1 从他们的 CAD/CAM 系统中生成程序。尽管已经有了许多新的变成技术和功能，他们还是只会进行短距离的直线运动控制。许多 CAM 系统和后置处理器并不具备 CNC 这样的最新功能，然而 CAD/CAM 在今天非常便宜，并且很容易被人们触及。”有时，最好的投资就是使当前的投资回报率最大化。

## 那么该买什么？

在选择数控系统时，请认真审视你的商业模式，Ledvon 建议。“如果您主要是做大批量加工，而又没有那么多熟练的操做工，那么你当然要对控制装置进行标准化。但我认为这已经不再是一个赚钱的好方法了。现在需要发展新的细分市场，或以较小的批量获得较高的利润率，那么你就需要进行灵活配置。”这就意味着你需要多功能加工中心，和支持各项加工应用的控制系统。“因为您如果现在购买的产品与大众无异，那您就只能继续打价格战了。你需要找到一种使自己与众不同的方法，而 CNC 就是其中之一。”

[www.fagorautomation.com.cn](http://www.fagorautomation.com.cn)

[www.shanghai-fanuc.com.cn](http://www.shanghai-fanuc.com.cn)

[www.heidenhain.com.cn](http://www.heidenhain.com.cn)

[www.siemens.com](http://www.siemens.com)

**starrag**

Engineering precisely what you value

Heckert

如果您希望从设备  
使用中获得更多收益



**100%**

生产效率的提高

源自创新的自动化  
流程，镗杆的使用  
和辅助时间的减少。

[www.starrag.com](http://www.starrag.com)



图中 Toyota 的外圆磨床展示了冷却剂的重要性。（图片由 JTEKT Toyota Americas 提供）

## 磨削的精度和效率再创新高

## Grinding Precision and Productivity Reach New Heights

在最大限度地提高生产率和高精度的同时，需要在材料去除率、热稳定性和砂轮磨损之间取得微妙的平衡。

像其他所有加工工艺一样，磨削通常也是一个权衡的过程。通常为了获得某一方面的突出表现，那么就不得不在另一方面做出牺牲。然而，这个故事是时候告一段落了。

例如，为了在降低砂轮磨损的同时，提升材料去除率，一种合理的手段就是将金刚石或 CBN 等超硬材料固定在烧结的金属结合处。

正如 United Grinding North America 公司（Miamisburg，俄亥俄州）的产品工程师 Andrew Osborn 所解释的那样：“金属结合剂砂轮通常具有很好的尺寸稳定性、热稳定性和导热性。他们会把热量从研磨去导出。”但是金属结合及砂轮的一个很大的缺点就是他们在加工过程中难以保持原有形状。从而带来的另一个挑战是需要加工中不断地“打开”砂轮，即对其进行修整。

Osborn 说，在“打开”砂轮修正之后通常需要用氧化铝“粘”住它（这一方法效果有限，而且修整时间较长），或者用碳化硅修整器进行离线修整（该方法也非常耗时且需重复装夹）。而且，如果在某半径轮廓上发生一点问题，他说：“那砂轮基本就废弃了。这真的很难。”上述因素叠加在一起，严格限制了这种砂轮的使用率。然而现在，Studer 公司（United Grinding Group 集团的成员）的新技术正在推动市场变革。

在 Studer 公司的 WireDress 技术中，人们通过一根带电的细线，在机器上对金属结合剂砂轮进行高速整形和修整。并不仅仅是对于简单的平面或转角半径。该方法可以实现复杂的修整形状，甚至包括螺纹外形。并且该方法由于精度仅受限于磨粒大小，故能达到很高的水平。

Osborn 解释说，该方法与修整轮完全不同。



修整轮的半径会随着时间的推移而改变，而钢丝的半径仅仅在穿过砂轮时磨损一次。他说：“修整钢丝的半径永远不会改变，不会磨损。所以在修整时您可以得到理想的一致性和高精度。”

就像其他电火花线切割加工工艺一样，钢丝实际上是不与砂轮相接触的，Osborn 解释说，这也带来了一个额外的好处，即不触及磨粒。他还补充说：“因此我们不会损坏金刚石或 CBN 结构。我们只是侵蚀了金刚石周围的金属键，创造了一个形态真正自由的砂轮。通常情况下，使用更细的砂轮可以得到更好地修整效果。现在我们能够发现，对于相同的砂轮，其加工能力提升了约 30%。”

当 Studer 公司四年前首次推出 WireDress 时，需要一个箱式壳体，这也严格限制了设备可以处理的零件尺寸。现在公司推出了第二代 Wire-Dress 系统，它可以完全装在主轴后面，所以不会占用机器上的任何工作空间。

United Grinding 北美区域的销售经理 Ryan Michels 说，在他向所有的磨削专业人员展示了这项技术后，他们均表示“这是多年来除了增材制造以外，看到的最具变革性的技术。” Michels 承认，这种技术并不便宜，但“对于合适的应用和适当的加工数量来说，这就是最佳方案。”其合适的应用包括硬质合金、硬质合金涂层、陶瓷或大批量的工作，在这些工作中，金属结合剂砂轮的综合材料去除率和耐久性都得到了大幅度提升。

## 砂轮结合剂可像玻璃一样冷却， 却像金属一样持久

Studer 公司在开发 WireDress 时采用了传统的金属结合剂砂轮，这种砂轮“难以应

对极端硬度和密度情况”，Meister Meister Abrasives USA 公司（North Kingstown，罗德岛）的副总裁兼总经理 Bruce Northrup 说。因此，这种设计也无法为冷却剂留出间隙，并且还不允许进行其他形式的定制。虽然不限于使用 WireDress 的机器，Meister 已经推出了一种名为 Ceramet 的导电金属陶瓷混合砂轮，它“结合了金属粘接的耐磨性和陶瓷粘接的多孔性。” Northrup 说，“它的外观和特征与陶瓷结合剂非常相似，因为它是自然多孔的，所以可以提供冷却剂所需的间隙。其加工中的切削力很低，并且比陶瓷结合剂要坚固得多，因此可以进行难加工应用，例如玻璃，陶瓷或其他您原先要使用金属粘接剂砂轮加工的材料。”该材料又与严格意义上的金属粘接剂不同，Meister 改变了其特性，可以进行砂轮硬度，孔隙密度，以及金刚石 /CBN 的浓度的控制，以匹配各种不同的应用场合及对象。

Norton | Saint-Gobain Abrasives 公司（Worcester，马萨诸塞州）的高级应用工程师 Phil Plainte 称，虽然还不适合 WireDress，但新的金属结合剂、单层超硬磨料产品已经在初级金属工业和成品航空部件中加工找到了它的位置。他解释说：“铸造业就是一个很好的例子，人们常用传统末了树脂结合砂轮来研磨浇口和立管。但是一些航空航天材料则非常耐磨，因此砂轮的消耗量是惊人的。在采用标准磨料砂轮进行加工时会产生大量的灰尘和气味。砂轮寿命短就意味着您需要经常去更换，再涉及到机器人单元时，就可能产生这样那样的编程问题。”

新型的单层结合剂砂轮，例如 Norton 的 MSL 系列产品，其寿命更长，从而有效减少了砂轮更换频率。Plainte 举了一个例子，MSL 砂轮在 12,000 sfpm 的条件下磨削航空材料时的累计 G 值比为 253.1，而传统砂轮的 G 值比为 0.24，当运行速度为达到 20-26,000 sfpm 时，Q' 则为 6-12。Plainte 补充说，如果你在相同的材料去除率下使用这两个砂轮进行加工，超硬磨料砂轮的寿命仍然比传统磨料砂轮长大约 100 倍。更重要的是，这些 MSL 砂轮提高了磨削精度，并大大减少了灰尘、气味和磨削碎屑的产生。

## 机械设计的更新换代

在制造业中，公差越来越小是总体趋势，这对磨削来说当然也是件好事。同样的，在很多情况下，磨床制造商也在追求微米级的公差。为满足这一要求，他们的方法之一就是改善基



现代磨床可同时拥有高精度和高产量的特性。  
(图片由 United Grinding North America 提供)



Rollomatic 的 NP5 磨床通过环境温度控制，可将零件尺寸公差控制在  $0.4\mu\text{m}$  以内。（图片由 Rollomatic 提供）

本的设计功能。JTEKT Toyoda Americas Corp. (Arlington Heights, 伊利诺伊州) 的磨床美国产品经理 Shane Farrant 提供了一个很好的例子。Toyoda 公司通过所谓的“浮动板滚珠螺母”实现了亚微米级的静态精度。该工件是一块电火花切割的弹簧钢，可以吸收滚珠丝杠的跳动，Farrant 表示。他还补充说，有趣的是，Toyoda 公司不依赖于光栅尺，因为“光栅尺不仅有被切屑污染的可能，还需要定期维护。”

磨削会产生比其他机械加工大得多的热量，故在既保证零件不会损坏，又保证设备不产生形变的情况下进行热量去除是至关重要的。Farrant 说，Toyoda 采取了一系列措施来防止和补偿热误差，包括“在铸件顶部加入一块由空气间隙分隔的钢板，以保持研磨过程中的铸件的热稳定性。我们还在砂轮头下方整合了一个冷却剂通道，以防止冷却剂在砂轮头周围形成水坝，因为水坝可能会导致砂轮头的热胀冷缩。”他说，Toyoda 公司还对铸件形状进行了专门设计，以减少切屑的堆积，从而帮助冷却液不受污染的排入回收系统中。

Toyoda 公司在机器的床身、主轴头、地脚和砂轮头上均采用了铸铁材料，Farrant 表示，这将保证设备和所有配件的热膨胀系数相同。“同时铸铁具有卓越的减震特性，因此我们实现了一箭双雕。”他补充说，Toyoda 公司在日本拥有自己的铸造厂，并保证铸件“在我们开

始装配前就经历过足够的失效和应力释放”。

相反，Studer 公司长期以来一直在推荐其 Granitan 底座，该底座是一种聚合物混凝土，由不同大小的天然硬石与粘结剂混合并硬化而成。它具有内在的热稳定性和减振性，同时 Osborn 还表示，今年 Studer 公司通过在机器底座上增加一个散热器系统，进一步加强了热稳定性。

“我们同样会在在机床底座上加入循环冷却系统，以确保零件、机床和冷却剂的温度始终相同。”他说，“这样在加工中就会得到更高的精度，反之亦然。”

在其他方面，Osborn 说 Studer 公司最近还强调在其冷却液系统中使用频率控制泵的重要性，该泵能够为个别零件和操作预先设定特定的流量。他说：“这解放了操作者的双手。冷却剂流量已由编程确定了。所以当您需要调用所需的加工程序时，就再也不用对冷却剂进行手段修改了。”

Farrant 还提出了一个特殊的挑战，那就是让冷却剂穿透加工中砂轮表面高速流动的空气间隙（这在加工超硬材料时很常见）。其解决方案是在提高泵压力的同时，更为精确的控制喷嘴方向，以便产生最为适合当下磨削转速的冷却剂流。Farrant 说，高压冷却剂在砂轮修整方面非常有用，通常会使用由单独的特殊工作泵提供的备用喷嘴，从而减少砂轮的修整频率。

# 全新钢件车削刀具材质获得 竞争优势

是否正试图寻找减少刀具断裂以及提高机床利用率的途径？

在小批量零件生产过程中，如何使钢件车削工序不因意外的机器故障而中断以及减少闲置时间是关键挑战。选择通用和可预测的刀片材质是获得成功的一个重要因素。新一代钢件车削刀具材质GC4425和GC4415可将刀具寿命平均提高25%，耐磨性和耐热性更强，有助于最大限度地减少意外停机以及刀片和工件材料的浪费。

切换到全新GC4425和GC4415。



提高机床利用率



更多加工零件数



优化库存水平



山特维克可乐满官微



申请官网咨询专家

**SANDVIK**  
Coromant

Rollomatic (Mundelein, 伊利诺伊州) 公司的总裁 Eric Schwarzenbach 在其报告说 Rollomatic 现在正在为其大型工具磨床 830XW3D 打印喷嘴。在进行大量的实验后, 他们发现对于喷嘴中的开槽和切口, 最有效的方法是 3D 打印, 而不是试图弯折铜管。

Rollomatic 更大的升级是在其所有工具磨床上改用直线电机, 并在其 Nano 微型工具磨床和 830XW 大型工具磨床上升级了静压导轨。Schwarzenbach 说, 静压导轨极大地提高了机器的稳定性和抗振性, 而且由于静压油带有恒温冷却系统, 因此它同样有助于提高工艺的整体稳定性。

“此外, 您还无需对导轨进行维护。”他补充说, “轨道周围没有机械接触, 即没有相互摩擦。所有这些都助于增加正常运行时间, 提高稳定性, 并提升磨削速度。通常这一点会被人们所遗忘和低估。”这一技术也逐渐沿用了微型刀具上, 正如 Schwarzenbach 所解释的: “微型立铣刀对精加工来说至关重要, 因为如果您的工件上有振动痕迹, 那么要做的第

一件事就是降低速度。”他还补充说, 直线电机是稳定机器内部环境的另一种手段。

## 测量与否

在加工过程中, 用测量保证精度是另一种合理的辅助方法, 通过该方法可以保证高生产率及严格的公差。United Grinding 公司的 Osborn 说, 测量的效果也越来越好。其中一个例子是 Marposs T25, 这是一个现成的测头, 它的重复精度可以到  $0.5\ \mu\text{m}$ 。一个常见的实例就是磨削中的检测, 并利用这些检测信息计算出砂轮的直径, 随后对轴的位置 (一般是 X 轴) 进行补偿。Toyoda 公司的 Farrant 说, 这种在位检测完美适用于凸轮和曲轴磨削。“在一个典型的曲轴加工应用中, 您可能需要在同一时间内控制 6-7 根轴。我们有一台带有双主轴的机器, 他可以通过往复运动同时追踪两个曲轴销。”正如他所解释的那样, 这些复杂的设置非常依赖于设备的精度, 并将通过接触式测量 CBN 砂轮的直径来提升加工质量。他还表示: “我们通过砂轮的在位检测, 保证了加工轴线位置的定期更新。”

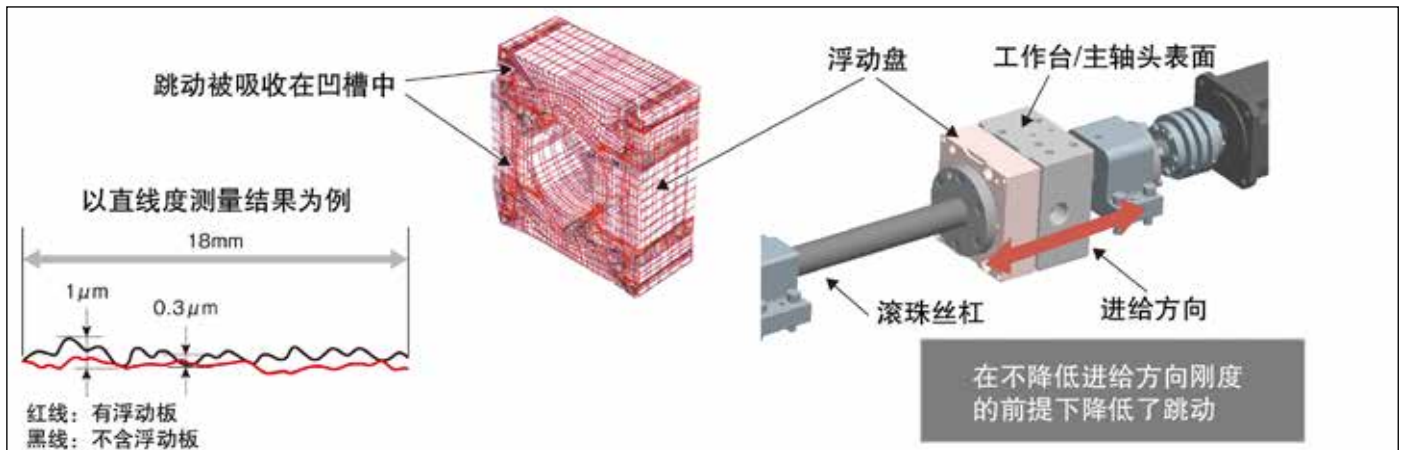
Farrant 补充说, Toyoda 大约 70% 的交付都是交钥匙工程, 在这种情况下, 它们必须满足合同中所签订的严格标准, 但也并不会要求 100% 全检。“在许多情况下, 检测精度要求是公差带的正负十分之一, 但我们的要求会更高, 以获得 1.67 的 Cpk。一般来说, 我们在设备制造完成时就可以判断是否能够满足该要求。而不需要进行额外的测量。对于小批量生产, 我们还会试图引导客户不要使用在线检测, 这是因为对于测量的设置时间会远大于测量所需的时间。我们会说, 对该零件进行简单测试, 如果需要的话, 做一个零点偏置就可以了。”Farrant 表示。

Rollomatic 公司的 Schwarzenbach 对两边都提供了自己的观点。一方面, 他同意在许多情况下, 控制砂轮磨损量是测量的一大驱动力, 并补充说, 控制温度波动是另一大冬季。另一方面, 他同样也认为, 您无法根据过程中的实施反馈来无限提高精度。因为要做到这一点, 您需要的一台加工精度无限高的设备, 并其要求对加工环境的完全控制。

Rollomatic 也在其圆柱磨床中也使用了 Marposs 量具, 为此, Schwarzenbach 解释说, 分析数据的软件比量具本身更重要。“如果您只使用简单的平均量补偿, 那经常会出现过度修正。您会发现调整值忽高忽低, 跳跃性太大。我们在分析了若干部分的数据点后, 发现采用一系列的子集补偿是一个比原有方法更好, 更



Norton 公司的 Xtrimium 砂轮已经经过了现场验证, 表明了可以有有效的完成实心材料的锥齿轮磨削。(图片由 Norton | Saint-Gobain Abrasives 提供)



Toyota 公司通过能够吸收滚珠丝杠跳动的浮动板滚珠螺母，实现了亚微米级的静态精度。（图片由 JTEKT Toyota Americas 提供）

稳定的修正方法。”

Schwarzenbach 表示 Rollomatic 的外径磨床精度可保持在  $0.4\ \mu\text{m}$  以内，他还表示：“如果您真的想保证亚微米级的精度。那靠检测是不行的。你还必须非常精确的控制环境和冷却油的温度。”

在其刀具磨床上，Rollomatic 刚刚引进了 Blum 激光传感器来测量外径跳动和分度。为什么要测量分度？Schwarzenbach 解释说，砂轮上的磨削会导致磨粒增长，但由于大部分的螺旋磨削也是由砂轮侧面完成的，所以这种磨削会导致分度的变化。他报告说，只要保证环境和冷却剂的温度稳定，那么这套系统很容易实现  $2-3\ \mu\text{m}$  及以内的精度。

## 用于汽车零部件的新型砂轮技术

Meister Abrasives 公司的 Northrup 观察到，现在汽车制造商们不得不对燃油喷射喷嘴孔和座进行粗/精磨，因为这样才能满足下一代内燃机的公差和表面处理要求。因此 Meister 公司调整了在半导体行业中研磨碳化硅晶片的相关技术（该技术可加工出光洁度高达埃级的表面）。该公司称之为“矾化微米（VM）”，因为该技术是将细密的超磨粒均匀地分布在一个非常开放和多孔的粘接结构中。而在传统的粘接系统中，这种结构由于过于密集，无法进行有效研磨。

Northrup 说：“我确信每个人都会喜欢矾化产品的自由切割能力。并且在通常由粗砂轮才能实现的表面去除率下，实现极其光滑的表面处理。现在，我们将粗磨和精磨合二为一了。”

例如，Northrup 说，用于燃料喷射器座的典型砂轮为 500 目（FEPA 40），但 VM 砂轮可以在 1000 目（FEPA 40）时实现相同或更高的生产率。Northrup 说：“我们能够实现客户

所需的生产力。在实际操作中，我们用 1000 目而不是 500 目的目的是为了减少磨削力，你可以简单的认为这将产生更好的表面光洁度，而且由于切削力低，人们也能极大地改善公差和几何形状。”

在 Meister 公司，另一个有趣的矾化新产品是高精度润滑（HPL）。Northrup 说，该技术并不会取代冷却剂，而是“在切割过程中加入了额外的润滑，使人们能够突破矾化 CBN 砂轮所能达到的极限。因此，我们能够使用更多更优质、坚韧的 CBN 晶体。”他还解释说，这些更坚韧的 CBN 晶体在磨削硬质工具钢时很有帮助，“但在更高的浓度下可能会烧毁，或导致颤动，或者在标准的矾化结合剂中产生金属负荷。而另一个应用方向是内孔磨削。在这种情况下，您无法施加大量的冷却剂，也不希望会有轴套偏移。因此您需要一个锋利的、冷却切割的、坚硬的砂轮。我们可以生产这种砂轮，并在其中加入 HPL 技术，以减少热量产生。”

Norton 公司则推出了一种新型的陶瓷颗粒，可以降低特定情况下研磨中所产生的热量，并提高 MRR 和 G 比率。Plainte 说：“该颗粒提升了磨齿机性能，并且可完全越过从毛坯上对齿轮加工时，滚齿和切齿等相关粗加工操作。这就消除了工厂中对滚齿机和切齿机以及配套刀具的需求。”在一次对砂轮的测试中，他们发现新的 Xtrimum 砂轮能够将进给率从 70ipm 提高到 150ipm（机器的进给率极限），同时还降低耗电量 30%。

[www.toyoda.com](http://www.toyoda.com)

[www.meister-abrasives.com](http://www.meister-abrasives.com)

[www.nortonabrasives.com](http://www.nortonabrasives.com)

[www.rollomatic.ch/cn](http://www.rollomatic.ch/cn)

[www.grinding.com](http://www.grinding.com)



Acieta 客户 Central United 使用一台 FANUC M-20iB 机器人来操纵两台车床。一位操作员将原始零件装载到传送带或排队站，以供机器人抓取。（图片由 Acieta 提供）

## 自动化加工车间？当然！ Automating Job Shops? You Bet!

一个操作员有时可以监管多个机器人，而每个机器人又可以监管多个机器人。

如果“自动化”是这些天你从金属加工领域的几乎所有人那里听到的唯一声音，那么车间老板可能是唯一在喊“不！”的人，或者至少喊“等等！”。他们问，你如何能以成本效益高的方式实现小批量、多种类的零件的自动化？然而，这不仅是可行的，而且可能是必要的。

正如 Acieta LLC（一家自动化集成商，在威斯康星州 Waukesha 市和爱荷华州 Council Bluffs 市均设有办事处）的运营副总裁 Steve Alexander 所说：“美国的制造业在全球处于领先地位，但也是制造业中每小时劳动力成本最高的国家之一。加工车间不仅要与当地其他车间竞争业务，还要与其他国家竞争。自动化可以降低他们的成本，从而提高竞争优势”。

他补充说，对制造能力的需求已经超过了现有的劳动力供应，并且“工作车间可能很难与规模更大、设施更完善的机械车间竞争”越来越昂贵的人才。但是，一个机器人可以照看多台机器，在某些情况下，一个操作员可以监管多个机器人，每个机器人都可以监管多台机器。

Alexander 说：“节省的时间使操作员可以进行二次加工，如去毛刺、组装或花更多时间进行质量检查。仅举两个例子，威斯康星州 Newburg 的 Central United 公司使用一台 FANUC M-20iB 机器人来照料两台车床。另一个位于威斯康星州 New Berlin 的 Acieta 公司的客户使用一台 FANUC R-2000iB 机器人照料四台机器。”在这两种情况下，只有一个操作员负责将

未加工零件装入输送机或排队站，供机器人抓取。”

Alexander 补充了另一个令人信服的自动化的理由：人机工程学。“工伤是任何规模的车间都要关注的一个问题。像把一个零件装入车床卡盘这样简单的事情，如果每天重复数百次，就会迅速变成操作员的重复性压力伤害。在损失的时间和索赔之间，这些伤害每年给公司造成数十亿美元的损失。适当集成的机器人可以消除操作员的重复性过程，从而改善员工的健康状况。”

### 选项和集成商

到目前为止还不错。但是，正如马萨诸塞州 Sudbury 的 Methods Machine

# Fuse 1 + Fuse Sift

Formlabs 推出全新SLS高性能选择性激光烧结  
3D打印技术解决方案



## 易于掌控的SLS设备

Fuse 1具备工业级SLS机器的打印质量却不占用太大的空间，简单紧凑的外观设计以及便捷的操作流程可在办公环境下实现原型设计的制作与生产



## 快速、简单的打印设置

通过Preform打印准备软件（免费使用）导入STL或OBJ格式三维模型文档，可实现模型自动化摆放与排列，估算打印时间与耗材消耗等诸多智能化功能



## 可靠、一致的打印作业

利用正在申请专利的Surface Armor技术（围绕部件表面打印的半烧结外壳），Fuse 1生产的部件拥有优秀的机械性能和极佳表面加工效果。尼龙11、尼龙12及后续开发中的材料，将充分满足专业用户最严苛的使用需求



## 助力SLS技术的普及

通过优秀的人机交互，直观的工作流程以及超高的性价比，助您开启SLS 3D打印之旅。Fuse 1出色的打印质量和工作流程效率丝毫不逊色于大型工业设备，灵活的硬件配置，使24/7不间断生产成为可能

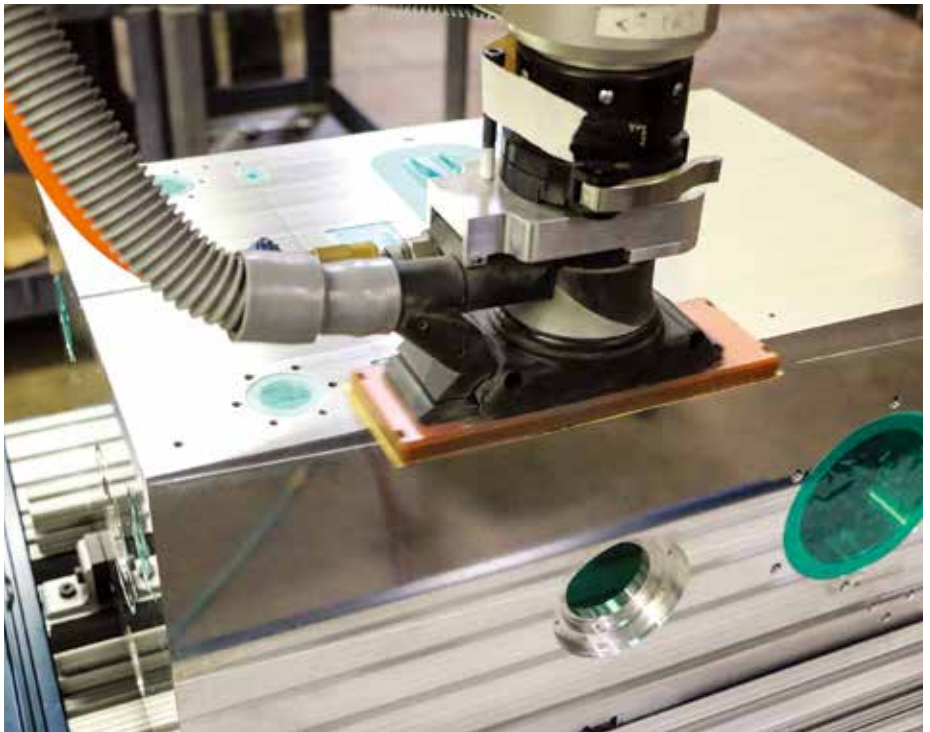




**Methods PlusK 系统和类似的转盘系统使用一个通用托盘来装载各种零件，简化了机器人编程和机床安装。(图片由 Methods Machine Tools 提供)**

Tools 公司自动化经理 John Lucier 所解释的那样，“更有效地制造更多的零件”这一简单目标会引出许多截然不同的方法，这取决于所生产的工件类型和数量。例如，假设一个中等产量的车间每周需要几次转换。“通过适当的计划，可以在有人值班的时候更换一个单元，从而在接下来的班次中允许大量无人值守的生产。”在这种情况下，机器人所需的速度在很大程度上取决于所生产零件的加工周期。周期时间越短，机器人需要的速度越快，并且一个机器人可以支持多台机器的可能性就越小。

Lucier 解释说，产量更低的车间，甚至只有一个批次的车间也可以成为自动化的收益者。除了“最重要的考虑因素是减少转换时间，甚至完全消除设置时间外。人们会纠结于周期时间和装/卸货时间，但如果你的产量很低，以至于有一半的时间都花在了更换上，那么，



**All Axis Machining 开发了这种机器人进行打磨和去毛刺操作，现在可供所有 Universal Robot 用户使用。(图片由 All Axis Machining 提供)**

即使牺牲周期时间来缩短更换时间，也是有意义的。”

一种“消除”设置的方法是将其自动化，今天的机器人可以通过编程来更换自己机械臂端的刀具和机器中的夹具。另一种方法是，无论生产的是什么零件，都可以从一个转盘（或其他类型的堆垛机）上装载普通托盘。这样就不需要更换机器人刀具或为不同的零件编制不同的装/卸动作。

Methods PlusK 系统将这一概念向前推进了一步，并且还从转盘上装载刀柄。设计用于支持 FANUC 系统的 RoboDrill 系列机器，PlusK 的转盘有五个环，每个环有 12 个工位，总共有 60 个工位。每个工位可以容纳一个零件托盘或一个刀架，机器人可以将这两个零件装到 RoboDrill 的工作台上，并将刀具装到机器的集成式 21 把刀具转塔中。

但正如 Lucier 所指出的，如果你想自动化生产 30 或 40 个完全不同的零件，21 种刀具可能是不够的。Lucier 解释说：“我们通常在小型五轴虎钳上装载零件，这些虎钳来自 Lang Technovation 等供应商。而且我们通常在转盘中将零件和刀具进行混合匹配。比方说，一项工作需要五种刀具，而这些刀具与前一项工作使用的刀具

不同。我可以根据需要使用机器人来装载每个刀具，或者一次性将五个刀具装入转盘，就像操作员设置一个作业一样。”

如果这些考虑开始让你头疼了，那是可以理解的。因为尽管近年来实现自动化变得容易得多，但它仍然很难，大多数加工厂利用像 Acieta 和 Methods 这样的集成商将是明智的选择。从 Lucier 的角度来看，对机器人进行编程是最容易的部分。诸如处理自动工件夹持、工作区的排屑，以及如何最好地将零件呈现给机器人等，才是更大的挑战。这就是专家建议的真正价值所在。

## 旧机器的自动化

这里有一个案例可以说明这种情况是如何发生的。到 2017 年年中，德克萨斯州 Dallas 市 All Axis Machining 公司的老板 Gary Kuzmin 是一个典型的工作车间受挫者。他的潜在工作超出了现有员工的能力，车间里到处是高端的德国五轴加工中心、电火花加工机和其他技术，原始设备制造商无法以经济的方式实现自动化的多功能性，以使他摆脱这种困境。他的解决方案是投资于密歇根州 Ann Arbor 市的 Universal Robots



(UR)的协作机器人。

像所有车间的老板一样，Kuzmin的首要要求是在操作中保持“完全的灵活性”。“我们会在两三天内完成一个零件，然后再去做另一个。在一个月内，我们可能会在一台机器上制造30到40个不同的零件”。因此，需要一个易于装配和更换的机器人。他还需要像力控制夹具这样的功能，以便机器人能够适应不同的零件，以及从原材料到薄壁成品零件的变化。

UR公司在所有方面都做到了。它的机器人在一个手持式挂件上有一个编程界面。它们与人类安全地协同操作，因为机器人在接触到操作员时自动停止（因此称为协作机器人，或“cobot”）。它们易于训练，并不令人生畏。

Kuzmin解释说，UR解决方案灵活性的一个关键原因是其开放的体系架构，允许第三方开发软件、视觉系统、末端执行器和其他配件，与UR机器人配合使用。UR公司通过提供一个名为UR+的一站式在线展厅来促进集成工作。

即便如此，Kuzmin仍发现尚无现成的解决方案来让机器人进行打磨或去毛刺的编程，他想实现这两项功能的自动化，因为它们对人类，特别是年长的工人

而言比较困难。因此，All Axis使用UR的免费软件开发工具包创建了自己的程序，这些程序根据CAD模型跟踪零件的弧度。

这些插件通过cobot自己的示教器集成了对应用程序的控制。Kuzmin说：“Universal Robots公司在向我们这样的工厂提供这种解决方案方面做得非常好。我们没有被锁定在一个专有的环境中。取而代之的是，他们为我们提供了一种扩展通讯方式的简便方法。”他补充说，All Axis使用TCP/IP、以太网、Modbus和Profinet等协议来连接cobot和机器。

“另一个好处是，我们不必支付特殊的许可协议——所有这些都是在购买UR机器人时就有的。”Kuzmin，“我们在UR网站上注册，成为开发者，然后下载我们需要的元素。”

在另一个例子中，All Axis希望能够尽快地将机器人从一台机器转移到另一台机器。所面临的挑战是创建一个系统，既能使机器人适应下一台机器，又能将其固定

在地板上，而不用在混凝土上钻孔。解决办法是在混凝土上用环氧树脂固定一个容器，并安装一个分度销。

“如果机器人需要移动或维修，您只需解锁并拉出销钉，并根据需要移动机器人。”Kuzmin说，“当您重新定位机器人并锁定销钉时，所有东西都仍然是模块化的。我们还将展示托盘固定到机器人支架上，因此它相对于机器人轴线的位置永远不会改变。”

在短短几个月内，Kuzmin和他的团队就已经非常擅长集成协作机器人（他们现在有7个），并且对自动化的好处感到非常兴奋，他们创建了一个名为All Axis Robotics的独立公司。Kuzmin说，通过与OEM合作，花费约15万美元实现了新机器的自动化，但他认为旧机器自动化具有巨大潜力，这是他们关注的重点。

举个例子，自动化是如何提升All Axis Machining的底线的，通过使用机器人，一个通常需要6个月的工作在2个半月内完成。“这是惊人的。投资回报率大约是七到八个月，”Kuzmin说。

这也许是其最令人印象深刻的创新，All Axis将UR机器人与现成的显微镜和摄像头结合起来，加上人工智能（AI）和深度学习，创建了一个系统，可以检测零件上的毛刺、卷边或任何异常情况（如缺少硬件）。

这很重要，因为正如Kuzmin解释的那样，许多毛刺除非在放大镜下才能识别，而人的眼睛在进行这种检查20-30分钟后就会变得疲劳。但这也很难实现自动化。

Kuzmin说：“毛刺就像雪花，没有两个是相同的。我们的系统，我们称之为Aurora，它使用AI来教导自己毛刺是什么样子。它看到的毛刺越多，检测到毛刺的能力就越强。该系统将识别毛刺，对其进行分类，并在因毛刺而拒收零件后对其进行分类。它还会记录检查情况和毛刺的位置，这样操作人员就能返回以有效地校正零件并使其继续前进”。

All Axis在2018年推出了Aurora，Kuzmin说，最大的一个反应是。“我们多年来一直在寻找这样的东西！”该系统即将发布的版本将包括将螺旋形插件（通常称为Heli-Coil）和硬件也插入零件的能力。



Acieta的FastLOAD是一种便携式机器人机器维护解决方案，可以与大多数机器集成，并且可以由某些机器进行编程。（图片由Acieta提供）

## 工业机器人的反击！

如前所述，UR协作机器人很容易装配，并且可以与各种机器和配件集成。但FANUC和KUKA Robotics等工业机器人供应商注意到了直观的手持式示教器等功能，并推出了他们自己的版本。

Method的Lucier承认：“曾几何时，绝对是协作型机器人更容易编程。但是，安装一个机器人与安装一个协作机器人已经没有什么不同了。”甚至在传统机器人上也有“抓取并拖动”的功能设置，尽管Lucier说，这最适合用于您只想将零件放在桌子上或靠在一个块上的情况。

他说：“这对于像教机器人装载CMM这样的事情，它是完美的，因为机器只需要知道零件的大概位置，就可以找到边缘，然后继续进行测量。但是，如果我正在向卡盘或虎钳装料，当我用编程挂件教它时，我就有更多的控制权。”

还有各种工业机器人的配件。例如，Lucier说，快速更换和力控夹钳并不是机器人独有的。“Schunk有一系列使用伺服电机的力感应抓手，摆脱了较难切换的

气动装置。你可以真正的接通电源。”

工业机器人专家还提供了一些解决方案，可以让您在机器与机器之间快速重新定位机器人。在 FANUC 的案例下，机器人上的一个摄像头会扫描“新”机器上的三个标记，以自动调整方向。

但是经过几个月的尝试，Lucier 说，他们找不到这种能力有用的情况。“将机器人从一台机器移到另一台机器，需要的不仅仅是简单地移动机器人。考虑一下您需要更改的所有内容：也许是手臂末端的刀具、进料、出料……”更好的解决方案是，每台机器都有自己的机器人，或者一个机器人服务于几台机器，也许带有双末端执行器，这样它就可以在不同的零件类型之间切换，而无需干预。

还有一种情况是，像 Acieta 和 Methods 这样的集成商可以将传统机器人添加到传统机器上，而且机器人的价格与 cobot 差不多。因此，考虑到目前的产品，cobots 的最大优势是它们能够在人类附近运作，而节省了围栏占用的空间和费用。

缺点是它们比传统的工业机器人慢，

而且仅限于较轻的零件。UR 公司最大的型号可以处理 24 磅（10 公斤）以下的零件。对于周期长的零件来说，较慢的装载/卸载时间并不重要，但对于周期较短的中、大批量作业来说，它们会降低产量。

Axis Machining 的 Kuzmin 认为不需要速度，“仅需保持一致性和可靠性”，尤其是对于周期时间较长的零件。最好让 cobot 以可靠的速度装载零件，然后在机器运行时用它来去除其他零件的毛刺。如果您不需要这个速度，为什么还要冒险呢？”

Lucier 和 Alexander 提醒说，不要夸大能够在机器人旁边工作的好处。首先，Lucier 指出，您可能必须将操作员从加工区隔离出来。Alexander 补充说，如果机器人正在处理有尖锐边缘的部件（如加工中常见的情况），“无论如何，操作员在其附近工作是不同步或不安全的。”

Lucier 和 Alexander 都表示，将“协作技术”与工业机器人相结合提供了一种有用的折衷方案。Alexander 解释说：“对于那些寻求具有最小围栏的开放楼层的制造商来说，工业机器人有能力通过使用区域安全扫描仪在无围栏的环境中工作。”“而且他们可以在这种无障碍的环境中工作，而不会牺牲速度。当操作员进入第一安全区时，机器人就会放慢速度。当操作员进入第二安全区时，机器人将完全停止。”另一方面，Lucier 说，由于这种方法的安全区为 3-4'，如果叉车或其他交通工具频繁经过，机器人往往会放慢速度。

如前所述，一个非常适合使用机器人的领域是照管 CMM。正如 Lucier 所说的那样，“三坐标测量机首先本质上是安全的”。“除了在移动部件周围，没有任何防护措施。他们的速度不快。您可以站在它们旁边。通常，您不会将零件放入夹具中，也许只是将其放在一个 V 型块或类似物体上。这就是我看到的协作机器人的闪光点。”

正如 Alexander 总结的那样，两位专家都同意：“在大多数车间和制造应用中，工业机器人要比 cobot 适用得多。”

自动化中最重要的组件。”他说，直接数控（DNC）软件（也称为分布式数控软件或“在线加工”软件）“能够实现新型的机器通信，以及用于管理质量/废料的修订控制，以及组织数千个程序的方法。”

DNC 软件的主要功能是直接向机床发送加工程序，使控制水平相对较低的机床能够处理复杂的表面。

Mercurio 和所有专家都同意，某种程度的机床监控有助于“增加正常运行时间和机床能力”。Mercurio 补充说，生产数据管理软件使公司能够实现无纸化，“刀具库管理也是必要的。最重要的是，这些解决方案都可以与 CAD/CAM、ERP、MES、CMMS 等系统集成”。

另一方面，他指出，在花费数千美元购买软件之前，小型车间可以从简单的硬件添加中大大受益。例如，在旧设备上增加一个 RS232 到 USB 的接口，即可简化线加工程序。

“硬件易于使用、设置和维护，所以对于小型车间来说，这是最省时的自动化选项。老式的 RS232 机器可以使用 USB 驱动器，就像较新的 CNC 机器，在出厂时就已经内置了该功能。这也是他们无需完全更换设备即可实现车间现代化的一种经济实惠的方式。它还可以进行经济实惠的内存升级。”Mercurio 补充说。

回到机器人上，Alexander 说，机器人 OEM 和第三方提供了许多软件包，可以在机器人继续工作的同时，在 PC 上进行离线编程。Alexander 解释说：“这些软件包允许您加载一个 CAD 文件，然后让您自由使用手写笔或鼠标来‘绘制’机器人路径。然后，该软件将把您绘制的路径转换成机器人代码，直接加载到机器人中。”

工作车间老板 Kuzmin 坚信：“我想提高生产力。我通过添加机器人来做到这一点。我对所取得的成就感到非常高兴。在做这件事的时候，我说过我们应该让所有人都可以使用它，因为这将使我们国家的制造业更具竞争力。”

- [www.acieta.com](http://www.acieta.com)
- [www.allaxismachining.com](http://www.allaxismachining.com)
- [www.allaxisrobotics.com](http://www.allaxisrobotics.com)
- [www.methodsmachine.com](http://www.methodsmachine.com)
- [www.shopfloorautomations.com](http://www.shopfloorautomations.com)
- [www.universal-robots.com](http://www.universal-robots.com)



Methods PlusK 系统可将零件和切削刀具以任何组合方式加载到 FANUC RoboDrill 中，使机器能够在没有干预的情况下进行一系列的“一次性”加工。（图片由 Methods 提供）

## 软件注意事项

加利福尼亚 La Mesa 车间自动化总裁 Greg Mercurio 表示：“软件是车间自

# 从粉末到性能

## 通过整体质量检验和 关联来提高产量

ZEISS

Seeing beyond



### 蔡司增材制造解决方案 ZEISS 3D ManuFACT

精选蔡司产品组合中的一系列产品。这种独特的增材制造整体检测解决方案专注于：

- 材料成分分析
- 粉末分析
- 构建后分析，包括热处理、部件去除和清洁
- 金相分析
- 缺陷分析
- 表面计量 - 外部和内部
- 尺寸测量 - 外部和内部

全国售后服务热线：400-686-9906  
全国售后服务E-mail: [imthot.zc@zeiss.com](mailto:imthot.zc@zeiss.com)  
蔡司中国工业测量官方网站: <http://www.zeiss.com.cn/imt>  
蔡司中国工业测量网上商城: <http://cn.probes.zeiss.com/>





Fastems 公司的制造管理软件 (MMS) 通过提供整个生产过程的详细概述, 使制造操作完全可见。(图片由 Fastems 提供)

# 下一代的自动化

## The Promise of Next-Level Automation

了解现实情况, 避免陷阱。

网络连接、云、数字双胞胎、AI、AR、VR、协作机器人。它们曾经是流行语。现在, 它们已经成为北美中大型制造工厂的技术现实。采用时间的早晚将因行业部门而异, 但最近的一项研究表明, 76% 的制造商正在进行一个智能工厂计划。

如果实施得当, 这些举措将改变我们的工厂, 从而使从预制食品到喷气式客机的生产更加高效、更加一致和并具有更强的溯源性。自动化可以实现超出人类能力水平的准确性和生产力, 即使在被认为对人类不安全的环境中也是如此。

上文的关键词是“如果实施得当”。实施中存在着挑战和潜在的陷阱。本刊采访了几位行业专家, 了解他们对我们今天

所处的环境、未来的前景, 以及什么会导致我们陷入困境的一些看法。

### 进展是特定于行业的

当被问及制造工厂当前的自动化水平时, 我们的专家不愿对整个制造业进行概括, 而是选择提供有关特定行业的观察结果。

例如, 密歇根州 Rochester Hills 市的 FANUC America 公司产品开发总经理 Claude Dinsmoor 说, 汽车和航空航天领域的自动化程度很高。Dinsmoor 说: “在汽车或 SUV 的制造过程中, 有许多生产步骤变成了非常复杂的自动化和流水作业, 以至于今天人类不可能再插手做这些事情。”

位于俄亥俄州 West Chester 镇的

Fastems LLC 公司总裁 David Suica 认为, 在机器或单元层面上出现了大量实施自动化工具的情况。Suica 说: “特定机器的自动化, 甚至是单元或生产线的自动化, 是很普遍的。但是其中大多数是自动化的孤岛。以数字形势查看工厂的能力, 从而使真正的生产力可视化, 仍然是未来的事情。”

据产品开发总监 Andy Joseph 和密歇根州 Brighton 市 Promess 公司的应用工程经理 John Lytle 称, 装配过程的自动化程度不如加工方面的。Lytle 说: “我们在汽车领域做了很多工作, 零件装配的自动化程度参差不齐。”另一边, Joseph 补充说, “小型制造商正在研究汽车业已经部署多

年的自动化技术。我们看到了从液压系统到伺服控制执行器的巨大转变，这些执行器可以成为未来自动化战略的一部分。”

在安大略省 Kitchener 市的 Praemo 公司，负责人看到自动化的两个领域有着截然不同的发展轨迹。首席技术官 Andy Henderson 说，物理自动化（物理和重复性任务的自动化）在过去 30-40 年中一直在进行，几乎每个制造厂都有这样的例子。另一方面，决策自动化（人类思维过程和洞察力的自动化）是非常新的。解决方案架构总监 Alex Kelly 说：“今天，特定的机器可以执行平凡而又重复性的决策，但他们从先前的事件中学习，以便他们能够适应新的环境的能力，还没有。这是下一个层次——对以自动化方式采集的数据进行处理。”

## 自动化创新的推动者

哪些新技术为下一步的自动化奠定了基础？

伊利诺伊州 Elk Grove Village 的 Fagor 自动化公司中西部地区 CNC 经理 Artur Gugulski 说：“接受在工业 4.0 和工业物联网（IIoT）计划中运行连接和数据交换标准是基本的和必要的。这有助于制造商和供应商使用开放式通信协议和标准。”

伊利诺伊州 Elk Grove Village 的 MC 机械系统公司是 Mitsubishi 公司的子公司，

其自动化经理 Dan Zeman 说：“例如，在模具行业，我们看到的柔性制造系统将时间从 7 周缩短到 7 天。实现这一目标的一项关键技术是工作管理软件，该软件可以通过处理程序、数据和远程启动机器来协调机器人和机器，从而实现长时间的无人操作。对下一层自动化至关重要的另一件事是围绕码垛工具、固定装置和工件夹具的技术。采用码垛技术，可以使用机器人轻松、准确地拾取工件并将其放置在卡盘中。您可以在一个连续的过程中，从铣削到检测，再到沉降片电火花加工，由机器人将 [工件] 从一台机器转移到另一台机器。可以通过管理软件对操作进行调度、确定优先级并进行监控，以有效地对多个步骤进行排序。”

机器人制造商 FANUC 公司正在研究几个关键技术，这些技术可以增强人类的表现，而不是取代人类。据 Dinsmoor 说，“一些令人兴奋的技术包括机器视觉（3D 视觉）、触觉和力觉，以及动力和力的控制，这对 cobots（与人近距离工作的协作机器人）至关重要。同样具有高价值的是在设计阶段使用仿真技术，它可以帮助我们在将机器人投入到生产之前建立一个虚拟的解决方案。通过仿真，制造商可以减少他们的设计时间，安全地评估多达十几个‘候选设计’，以找到最佳的自动化解决方案”。

根据 Praemo 公司执行副总裁 Paul

Boris 的说法，如果我们认为下一代自动化是让机器开始代表自己做出决策，这就要求机器本身具有一定的智能水平。他说：“为了利用不同的算法，以及部署这些算法的方法，我们很大程度上依赖于人工智能（AI）。AI 是贯穿很多其他对我们很重要的技术的基础。”

Promess 看到的更有趣的技术之一是 LiDAR（光检测和测距）。Joseph 说：“它的主要特点是在测量 3D 对象时具有很高的空间分辨率。LiDAR 可用于各种制造场景，包括操作员安全、机器人零件处理、引导系统和优化装配过程的机器学习。”

Zeman 说，MC 机械公司正在寻找的下一个进展是在设计领域。“手动绘图的所有事情可以转移到 PC 上，并打印出图纸。随着一切电子化，绘图仪现在已经消失了。最终，我们将不再按‘打印’按钮，而是按‘建造’按钮，设计将直接进入制造阶段。”

## 边缘计算及其他

我们的专家提到的其他新技术还包括边缘计算（在源头进行处理，以加快传输速率和响应时间，同时减少工厂带宽的负载）；与云的原生集成；预测/预防资产故障的技术；用于装配和维护的增强现实（AR）；以及用于培训和模拟的虚拟现实（VR）。

“为了实现下一级的自动化，必须同时发生几件事。”Fastems 的 Suica 说，“VR 技术将是一个很大的优势，因为它可以以数字形式多方位地观察你的工厂。事实上，以数字形式看管一个工厂（即数字双胞胎）将带来生产力的提高。数字化可视性使经理和工程师不仅能够立即看到哪些机器在工作，而且还能看到哪些机器在切削，这是衡量运营效率的真正标准。它还能显示机器之间的流动情况，即干扰或问题所在”。

对于软件，人们倾向于不断增加功能。FANUC 的 Dinsmoor 指出，“这很好，只要不在整体架构上增加层次。通过在我们的机器人中集成更多的功能，我们实际上减少了所需的软件和硬件层。开放协议对于大规模实现这一目标至关重要”。

据 MC Machinery 公司的 Zeman 称，自动化的好处来自于将上游和下游的多个工艺步骤结合起来。他说：“这种信息必



超重负载机器人（M-2000iA 系列）具有全腕关节的功能，用于搬运极重的物品，如卡车、拖拉机和汽车车架、装载的托盘和大型铸件（高达 2,300 公斤）。（图片由 FANUC 提供）

须无缝流动的。”他谈到了制造商之间的协作，他们正在实施数据收集和文件传输的开放标准。Zeman说：“最终的结果是，客户可以轻松集成 CAD / CAM、测量系统、铣床和 EDM 机床，并获得出色的结果。”

Promess 公司的 Lytle 提到了通过统一架构的开放平台通信（OPC UA）和实时分布式控制的现场总线技术在机器对机器通信方面取得的进展。他说：“我们的客户需要的是允许他们在内部进行集成和重新编程的解决方案。提供构建块的机器库，不需要什么编程知识，以及像开放 PLC 这样的技术，正在使之成为现实。不过，我要补充的是，我们现在才刚刚起步。”

Suica 对自动化孤岛问题的评价是存在“互不通讯的软件单元”。他等同于晚上坐下来看电视，并且在您面前有四个不同的遥控器——一个是接收器的，一个是 DVR 的，一个是电视的，还有一个是流媒体设备的。他说：“就像您在家中需要一个通用遥控器一样，您的工厂也需要一种通用的方式来收集数据，并利用它来实现一项任务。由于开放的平台和架构以及数据库，这一点正变得越来越容易，但仍然必须进行规划。”

希望在未来实施 AI 驱动的分析引擎的制造商，可以从今天开始，无需以特殊方式准备所有现有数据就，可以释放有价值的见解。Praemo 的 Henderson 解释说，在采用传统方法时，有一个要求，需要对关键数据进行定位、清理、分类和协调，以使其成为决策的基础。

“不幸的是，即使在同一家公司内，您也会发现每个制造厂都在做自己的事——不同的数据库、不同的 ERP 系统、不同的标签、不同的名称。”他说，“与其等待完成数据标准化，不如现在就以数据存在的方式和它存在的位置连接数据。快速开始并获得一些小小的胜利。这不仅可以使事情更快地启动，而且可以帮助公司解决大型自动化项目通常伴随的人员和文化问题，而没有固有的风险或恐惧。”

## 先进的机器人技术 让事情变得简单

下一代机器人不仅更易于编程，而且更易于使用，并具有语音和图像识别等功能，可以重现复杂的人工任务。协作型机器人已成为一种新兴且快速发展的技术，



Fagor Automation 的最新控制装置支持工业 4.0，允许操作员通过集成到用户云基础设施（基于 Web 或应用程序）的移动设备查看和控制机器状态和程序。（图片由 Fagor Automation 提供）

可以满足制造业对自动化和灵活性的需求。它们有可能协助工人完成繁琐的任务，并改善工作场所的安全性。

FANUC 的 Dinsmoor 认为，他公司的高级机器人开发工作主要围绕以下问题：“明天会是什么样？”视觉、动力和力控制、人工智能和机器学习等新兴技术都是设计面板的一部分。他说：“我们的目的是使机器人更容易应用，更容易编程或操作，而无需具备专门技能。就像操作一部智能手机一样，它具有惊人的功能，而这些功能对用户来说大多是透明的，在到达、



速度和有效载荷方面的改进一直是我们的首要任务。”

在过去的五到七年里，FANUC 一直在其机器人中嵌入符合 IIoT 标准的设备，以实现远程监控，实现零停机的目标。Dinsmoor 说：“我们的车间在没有人类干预的情况下全天候运行，”因此我们看到了现实。

## 照亮熄灯生产方向

对于实现熄灯操作的必要性，我们的专家有不同的看法。正如 Praemo 公司的 Boris 所说：“熄灯是所有制造商努力实现的一个美好愿景，但它必须扎根于现实。它对生产标准的、可重复产品的工厂最为有利。每当你通过自定义或其他因素将可变性引入方程式时，熄灯就不可能实现。我们认为，重要的是将智能分层，在出现复杂情况时分析来自机器和工艺的数据，并在出现问题导致性能或质量损失之前向团队发出警报。因此，也许目标应该是智能协助，而不是完全的操作自主。”

Suica 说，Fastems 公司有几个客户一直在熄灯运行（每周 90 小时或更长时间）。“这需要几个条件。首先，机械和

该工作站将机电装配压力机（EMAP）技术集成到一个交钥匙独立单元中，旨在使零件装配更容易、更高效。它易于编程控制，除了生产装配外，还经常被用于构建原型、开发流程和培训。（图片由 Promess 提供）

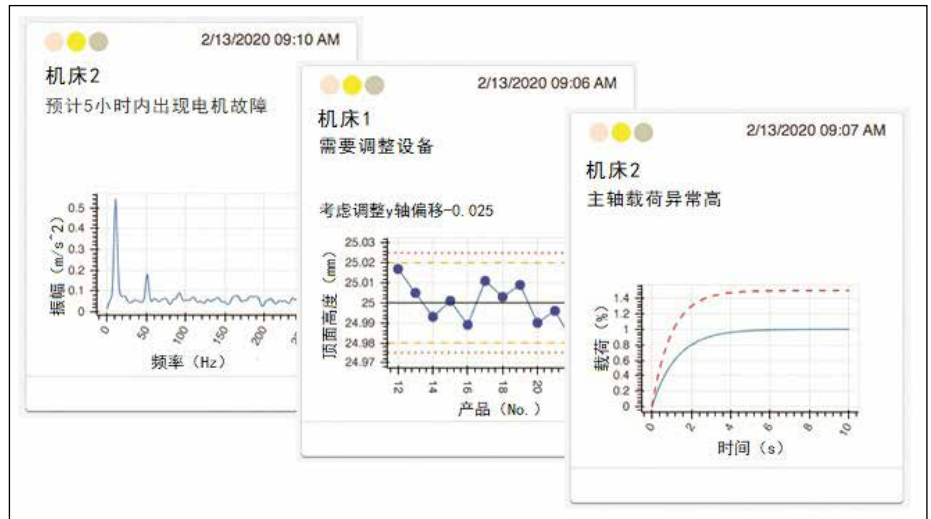
设备必须坚固耐用。”他说。“然后，这是一个确定最薄弱环节并将其消除的过程。在一些工厂，最薄弱的环节是刀具，在另一些工厂则是排屑。不管是什么因素把机器锁定，都必须被消除掉。但是，无论你是否实现了熄灯，识别并消除薄弱环节总是会带来生产力的提高。”

Fagor 公司的 Gugulski 给出了一份试图实现熄灯的一些客户的“典型”要求清单。他说，“像双通道、10 轴系统、碰撞检测、机床安全管理、玻璃绝对秤、用于动态温度补偿的热电偶、切向控制、复杂的探测、跳动变换、运动检测以及即时修改程序的功能，都是熄灯数控加工的要求。这是可行的，但很复杂。我们已经展示了与自动化过程中不同组件进行交互的能力，包括条形码读取器、用于温度测量的热电偶、带有摄像头的安全系统、无线电控制的探头，以及用于零件编程的顶级五轴 CAM 系统。”

Promess 公司的员工很少听到他们的装配客户谈论熄灯问题。Joseph 说：“几乎总是需要人与人之间的互动。事实上，协作机器人是为了与人类互动而开发的。” Lytle 表示：“我们的客户需要的是灵活的装配系统——在一个工位上完成更多的工作。许多工厂希望我们的压力机能够成为机器人的第六轴，也就是另一种臂端应用。”



电火花线切割加工设备上的六轴机器人提供了定位的灵活性，可以在旋转台设置的任何角度装载零件，以获得最佳的加工间隙。（图片由 MC 机械系统公司提供）



来自 Præmo 公司的 Razor 系统的通知给操作人员提供了可以采取行动的建议，例如电机负载异常高或潜在的质量问题。在许多情况下，Razor 会根据其 AI 和机器学习功能推荐纠正措施。（图片由 Præmo 公司提供）

MC Machinery公司的 Zeman 补充说：“对于合格工艺的熄灯操作，例如在航空航天和医疗行业，我们积极尝试在开发过程的早期与客户合作，以确保自动化的优势能被纳入工艺中。最初产品的运行必须包括自动化，因为它不容易在以后添加。”

### 采取下一步措施

工业 4.0 倡议需要基本的数字化。如果不对每个步骤进行数字化处理，工作效率就会被搁置。

FANUC 公司的 Dinsmoor 说：“我们建议的第一件事是进行自动化审查，查看工厂的所有工艺区域。可能会有一个客户对什么应该自动化有非常具体的想法，而在进行走访时，我们发现了额外的机遇，这些机遇价值很高而且很容易实现。对于一个刚刚开始实施自动化的工厂来说，这些早期的、容易获得的胜利是最好的。成功是相互促进的，经济回报往往有助于资助下一个机遇。”

Henderson 认为，Præmo 对潜在客户进行测试的一种方式是用一组静态的历史数据快速启动。“使用静态数据，我们的 Razor 引擎可以在不影响现有生产的情况下分析并向工厂管理层提供见解。我们所有人都来自运营背景，因此我们注重实践。从我们的经验中我们知道，人工智能和机器学习将简化、加速并降低制造成本。”

技术可行性和经济可行性是实现机器或生产线自动化的必要先决条件。然而，它们远不是唯一的因素，据 Promess 公司的 Joseph 说。“除了明显的技术问题之外，关键的一点仍然是：如果你今天正在关注自动化并有怀疑，你想和谁合作？在您旅途中，谁会为您提供支持？”

- [www.fagorautomation.com.cn](http://www.fagorautomation.com.cn)
- [www.shanghai-fanuc.com.cn](http://www.shanghai-fanuc.com.cn)
- [www.fastems.com](http://www.fastems.com)
- [www.mcmachinery.com](http://www.mcmachinery.com)
- [www.praemo.com](http://www.praemo.com)
- [www.promessinc.com](http://www.promessinc.com)



据 Acieta 公司称，该公司的 FastARC 焊接单元对任何刚接触机器人技术的人来说都是一个不错的选择。（图片由 Acieta 提供）

## 嘿，加工车间：该实现自动化了！

## Hey, Job Shops: Time to Automate!

你认为自动化在多种类、小批量的环境中太难实现了？再想想吧。

机器人和加工车间通常不会被放在一起讨论。毕竟，每个人都知道，自动化只适用于大批量的生产，而典型的家庭式经营却不是这样的，它的日程安排通常是多品种、小批量且往往高度复杂的工作订单。在这种环境中，每周甚至每天都要进行数次安装，谁还需要机器人？

不过，在跳到下一篇文章之前，你可能需要考虑几件事。首先，许多专家建议，不管老板会说些什么，加工车间的机器利用率是行业中最底的。50% 或更低的整体设备效率（OEE）值并不罕见。自动化是改善这一数字的一个明确的解决方案。

而且，由于加工车间的机器更换更加

频繁，因此需要更多熟练的机械师和程序员来执行与设置相关的活动——这些人的薪水更高，而且很难找到。这使得运营成本上升，减少了做额外工作的机会，并使 24 小时不间断的生产极具挑战性。鉴于技术工人的短缺，自动化应该是任何加工车间的圣杯，即使实施起来可能不容易。

### 即插即用的可能性

问题是，你从哪里开始？Zach Spencer 有一些想法。他是马萨诸塞州 Sudbury 市的 Methods Machine Tools 公司的定制方案工程师，他指出，自动化可以接近于即插即用，特别是在作为新机床

采购的一部分时。

“我们大约在 15 年前开发了 JobShop Cell，此后，它是我们最受欢迎的 FANUC RoboDrill 自动化解决方案之一。”他说，“它是专为那些每天至少要进行一些转换、地面空间有限，并且需要灵活地从一个零件轻松切换到另一个零件的车间而设计的。”

他解释说，JobShop Cell 有两种配置。一种是采用上/下传送带布置，将原材料运送到机器人处，并将成品零件运走；而另一种是使用一个柜子，里面有一系列抽屉，用于存放工件和材料。两者都采用 FANUC 机器人来装载和卸载机器（或成对





创新  
SOLVED!  
解决方案!

***Goodfellow***

全球材料供应商

[www.goodfellow.cn](http://www.goodfellow.cn) | [china@goodfellow.com](mailto:china@goodfellow.com) | +86 21 6112 1560

机器，在配置 Methods 的 Twin RoboDrill JobShop Cell 的情况下），并且两者都提供了一种让 CNC 无人看管数小时甚至整个班次的方法，具体取决于工件。

针对大批量，Methods 推出了 Plus-E 系统，这是一个多托盘、电梯式的自动化系统，适用于中、大批量作业，以及 Plus-K 系统，适用于希望实现机器设置和操作自动化的车间，能够更换刀架、预装虎钳和夹具。“你可以告诉系统，这五个虎钳是 A 部分，接下来的两个虎钳是 B 部分，之后的一个是 C 部分，接下来的十个是 D 部分，” Spencer 说，“之后，你只要把材料装上去就可以回家了。这两台 Plus 系列机器都是独立的设备，与 RoboDrill 一起使用，对于寻求轻松实现自动化的车间来说是完美的。

## 使用小车

Methods 公司并不是唯一采取这种方式的供应商。威斯康星州 Hartland 市的 Lang Technovation 公司负责运营、技术和内部销售的 Eric Nekich 表示，该公司的 RoboTrex 自动化系统控制一个 FANUC 机器人和最多四个可移动的小车，每个小车

都包含一些预装的虎钳。例如，RoboTrex 52 每辆小车可存放 42 个虎钳（基于零件尺寸和小车配置），可实现 168 个工件的无人值守加工。

与 JobShop Cell 一样，RoboTrex 也是独立的，并有完全的防护措施，但也可以与各种加工中心品牌和型号集成。唯一的障碍是需要花钱购买 Lang 公司的 Makro-Grip 五轴虎钳，以配合系统使用（巧合的是，这种虎钳是德国 Lang 工厂在 50 台配备 RoboTrex 的加工中心上制造的）。Nekich 说：“这是一项短期内即可获得回报的投资，因为使用 RoboTrex USA 系统，您的主轴正常运行时间将大大增加。”

Michael Gamache 是总部位于威斯康星州 New Berlin 的 Metalcraft Automation Group 公司的业务发展经理，该公司是 Mayville 的 Metalcraft 公司的一个分公司，也是 RoboTrex 系统在美国的独家集成商。他认识到，一些客户可能不愿投资新的工件夹具系统，并提出了一些这样做的绝佳理由。

“作为企业老板，我理解虎钳并不便宜的事实，但从自动化的角度来看，高质量的工件夹具是成功的一半。”他说，“您需要以重复、准确的方式将原材料送到机器人手中，而 Makro-Grip 系统是实现这一目标的最佳方式之一。此外，该系统非常易于设置和操作，因为机器人处理的是虎钳，而不是各种尺寸的原材料；因此，一个程序适用于所有零件。”

## 抓住窍门

总部位于 Minneapolis 市的 Kurt Manufacturing 公司的工业产品部设计工程师 Tyler Mardaus，承认对高质量工件夹具的需求，尽管他公司的方法与 Lang 提出的方法明显不同。“我们的定制工程夹具（CEW）团队设计了许多电磁控制的双作用液压系统。”他说，“液压系统能够提供更高的 psi，因此比手动夹具拥有更大的夹紧力，而螺线管通过机器人或机器控制支持虎钳的电子激活，从而创建一个真正的自动化系统。”

他补充说，车间应该以最高产量的工作为目标开始他们的自动化之旅。如果所有的零件可以使用带有可加工钳口的虎钳（或多个虎钳），则可以在转换期间更换这些零件，从而减少安装时间。至于投资，

无法避免对液压泵和管道的需求，但有可能将车间现有的手动虎钳改装成适合液压的螺母和螺钉组件。

“你应该努力创建一个闭环控制系统。”Mardaus 说，“这首先要安装某种零件定位确认装置，但你也需要验证虎钳在允许循环开始之前已经以正确的力夹紧，并且在机器人试图移除零件之前，虎钳已经被松开。所有这些步骤对任何自动化加工解决方案都是至关重要的。”

## 提升夹具的更换速度

Mardaus 关于减少安装时间的评论是正确的。毕竟，如果你每次更换作业时都要花费数小时昂贵的停机时间，那么为什么还要通过自动化来降低劳动成本？他提到的快速更换卡爪是一个很好的开始，但如果预算允许，零点定位系统，如 Lang 的 Makro-Grip（和其他技术），可将工件夹具更换变成一分钟的工作。还应该有强大的 CAM 功能，用模拟软件来评估后处理的刀具路径、刀柄、切削刀具、工件、工件夹具和机床本身。

正如密歇根州 Ann Arbor 市的 Zoller 公司的业务发展总监 Dietmar Moll 所解释的那样，车间应高度重视刀具管理，首先要有离线预设系统和相关软件。“所有自动化战略的最大好处之一是，机器维护和其他非增值工作由机器人或协作机器人接管，让高级工人能够去从事更重要的工作。”Moll 说。

离线刀具预调是这些任务之一，但还有全面的作业规划、刀架维护和组织、刀具检查和车间数据分析。为此，Zoller 公司提供了远远超出刀具预调的各种解决方案。其青铜级、白银级和黄金级刀具管理解决方案（TMS）允许车间根据需要增加它的功能，为生产工艺和刀具相关信息提供更高的可见性。Moll 补充说，由于这些解决方案可以与 Zoller 公司的“Cora”协作机器人进行通信，它们可以通过自动化刀具库任务（如刀具清洁和存储）来实现“闭环”。

同样，该公司的集成刀具存储解决方案有助于组织这些信息，进一步减少停机时间和低效率。而当工作完成后，这些同样的系统可以用来检查刀具回笼，审查其性能，并记录剩余的刀具寿命。他说：“这有助于车间更好地了解哪些切削刀具工作



因为它可以更换刀架以及预装托盘，所以 RoboDrill Plus-K 甚至适用于非常小批量的作业。（图片由 Methods Machine Tools 提供）



Lang Technovation 公司的 RoboTrex 自动化系统控制一个 FANUC 机器人和最多四个可移动小车，每个小车包含多个预加载的虎钳。(图片由 Lang Technovation 提供)

良好，哪些不正常，使他们有能力进一步改进工艺，降低刀具成本。”

## 调度建议

强大的刀具管理也是工作调度的一个重要部分，这对机床和机器人的利用率都是至关重要的。对 Moll 来说，这意味着知道下一个作业是什么，以及运行这些作业需要什么刀具。对 Daniel Carranco 来说，这意味着更多，特别是在自动化的背景下。他是德克萨斯州 Woodlands 市的 Global Shop Solutions 公司的持续改进总监，他指出，所有的车间，论是否自动化，应该有一个好的 ERP 和调度系统，这个系统还可以监控车间并收集加工过程中的信息。

不过，要实现监控和数据收集部分，需要恰当的集成 ERP 软件、机床和机器人技术。他说：“我们曾经遇到过这样的情况，户希望将他们的设备与我们的系统集成，但发现该设备所使用的软件平台与我们的系统不匹配。”因此，对任何追求集成生产环境的人来说，第一条建议是确保所有东西都能有效通讯，而且每个人都清楚将要交换的数据的种类和数量。

通讯，似乎比以前意味着更多。长期以来，ERP 系统擅长从车间里的人员那里收集数据，现在他们也必须从机器人和机器控制器那里收集数据。此外，这些数据不仅包含用户期待的无处不在的工作编号、生产时间和完成(或报废)数量，还可能显示实时材料消耗、检查和零件

# 覆盖海陆空、能源、电子、医疗制造的先进培训

# 免费订阅



**ME中国：**先进的机加工技术内容独家授权于扎根业内86年的美国Manufacturing Engineering—刊。Advanced machine shop engineering content licensed from the 86 year old US magazine Manufacturing Engineering.

经审核的高层人员可免费订阅本刊。  
Subscriptions in China are **FREE** to qualified engineering managers.

请将以下信息发送给我们。Email us your

- 姓名 Name
- 职位 Job Title
- 公司名称 Company Name
- 公司地址及邮编 Company Address
- 公司网址 Company Website

并注明“我想订阅ME” subs@icgl.com.hk  
或登录 www.ChinaEngineeringMedia.com



一个自动化窗口夹具极大地提高了自动化FMS生产线的产量。  
(图片 Kurt Manufacturing 公司工业产品部提供)

质量信息、机器人和机器人状态，等等。

他说：“今天可用的信息肯定比以前多得多，而且如果有合适的 ERP 软件、设备和集成，所有这些信息都可以被无缝地自动收集。这样做为持续改进提供了全新的机会，但更重要的是，它让员工能够专注于更重要的事情。不会再浪费时间在手动数据收集上，而手工收集的数据往往是不完整的，而且人们还可以进行工艺规划和分析。”

## 促进最佳实践

正如 Carranco 所建议的那样，无论车间是否计划实现自动化，都应该采用这些技术，因为所有这些技术都有助于提高操作效率和 OEE 水平。当采取下一步行动时——实施机器人或材料处理系统——投资将得到更快的回报。假设你不关心或不能使用任何以上讨论过的预配置系统，那么问题就来了，“我们应该购买什么机器人，以及我们应该如何实施它？”

Dean Elkins 推荐了一个。Elkins 是 Yaskawa 美国公司 Motoman 机器人部门（位于俄亥俄州 Miamisburg）的材料处理部门负责人，他说，工作车间经常提供一系列适宜的机器人应用，无论是机器维修、零件去毛刺、自动装配还是机器人焊接。不过，为这些应用找到合适的设备，需要进行大量的评估并与知识渊博的人交流。

“证明自动化投资的合理性取决于几

个因素。” Elkins 说，“显然，产量越大，自动化的意义就越大。但是，只要车间采取必要的措施，尽可能地减少设置时间，即使是产量较低的重复性工作也能获得利润。运行时间较长的零件也是不错的选择，处理要求简单的零件也是如此”。

Elkins 指出，大多数工作车间发现，一个小型到中型的落地式机器人——有效载荷为 5-25 公斤，就可以对一批零件进行去毛刺处理、焊接一箱支架，或者在大家都

下班后照管数控车床。然而，在这种情况下，将需要一定程度的安全防护，夹具、机床接口及可能的编程和模拟软件也是如此。

## 明天，今天

他警告说，别忘了培训。自动化比以前简单多了，但精明的加工厂老板仍然会在培训方面进行额外的投资，并有一个专门的人员来管理车间的机器人技术。也就是说，协作型和限力型机器人正变得相当流行，特别是在需要考虑占地面积的情况下。机器人可以配备自动更换或快速更换的抓手，增加灵活性。视觉系统通常可以消除或至少简化零件输送系统，而教导机器人完成任务的能力，有助于减少对离线编程系统的需求。“有很多东西需要考虑。” Elkins 说，“这就是为什么我鼓励任何对自动化感兴趣的人做足功课，提出问题，并与信誉良好的集成商合作。”

威斯康星州 Waukesha 市的 Acieta LLC 就是这样一家公司。运营副总裁 Steve Alexander 警告说，并非所有的集成商都是高水平的。他说：“确保与你合作的人在你的工作领域有经验，并具备实施机器人自动化项目的技能。”获得推荐信，去看看他们以前的安装，并了解他们的工作质量。工业机器人的设计寿命远远超过 10 年，所以你要确保单元中的其他东西都是为自动化环境设计的，并且和机器人本



正如 Fullerton Tool 公司的这个例子所示，当您拥有一个强大的 ERP 系统时，自动化会容易得多，例如 Global Shop Solutions 提供的这个系统，它可以提供对车间活动的完全可见性。（图片由 Fullerton Tool 公司提供）



机器维护过程的自动化，使高级工人能够承担其他更具挑战性和成就感的任务。(图片由 Yaskawa 美国公司 Motoman 机器人部提供)

身一样可靠。”

这样做可以使投资回报率 (ROI) 缩短到几个月，尽管一年或两年可能是更现实的期望。当然，这在很大程度上取决于应用，但机器人的类型也起着一定的作用。正如 Elkins 所指出的，协作机器人，或称 cobots，在过去几年中变得非常流行，主要是因为它们易于使用，而且在接近人类的情况下似乎更安全。然而，表面上的东西可能是骗人的。与所谓的“工业机器人”相比，协作机器人可能更慢、更不准确，可能会降低投资回报率，而且如果不遵守既定的安全程序，即使是最友好的协作机器人也会伤害人类。

这就是为什么 Elkins 和其他人强烈建议对任何机器人装置进行风险评估。他还建议，对于自动化新手来说，最好的方法是从小处着手，从容应对。他说：“在考虑添加额外的工艺或复杂性之前，先找到一个痛点并克服它。你希望一开始就获得成功，这样每个人——老板、机器操作员和进行集成的人员——都能轻松地转向更大或更复杂的项目。有时，最大的挑战是获得员工的认同。人们总是担心机器人会取代人类，因此让它们成为实施的一部分很重要。说服他们，让他们参与推广，当他们发现机器人实际上让他们的工作更轻松、更有趣时，他们最终将成为你最大的支持者。”

[www.acieta.com](http://www.acieta.com)

[mtlcraftautomationgroup.com](http://mtlcraftautomationgroup.com)

[www.globalshopsolutions.com](http://www.globalshopsolutions.com)

[www.kurtworkholding.com](http://www.kurtworkholding.com)

[www.lang-technovation.com](http://www.lang-technovation.com)

[www.methodsmachine.com](http://www.methodsmachine.com)

[www.motoman.com](http://www.motoman.com)

[www.zoller-cn.com](http://www.zoller-cn.com)

**NEW**

航空零件加工新时代的到来  
New Era in Aerospace Machining

耐热合金加工用  
航空产业的革命

# SX3 BIDEMICS CERAMATIC

高次元融合的出众耐磨损性和耐崩损性  
——新硅铝氧氮陶瓷SX3面世!!

针对耐热合金的超高速半精/精加工  
——BIDEMICS

拥有优越的耐崩损性，实现耐热合金的  
高速加工  
——陶瓷铣刀 CERAMATIC



**NTK**  
CUTTING TOOLS



特殊陶业实业(上海)有限公司

Tel: 021-67740987

Fax: 021-67760730

Add:上海市松江区松胜路736号

[www.ntkcuttingtools.com/cn](http://www.ntkcuttingtools.com/cn)

## 机器人保证质量 Robots Ensure Quality

Universal Robots 公司的协作式机器人帮助制造商实现质量目标。

Universal Robots 公司的机器人被归类为协作式机器人——或者称为 cobot——因为其内置的安全系统使机器人手臂在遇到其运动路线上的物体或人时会自动停止操作。这意味着 Comprehensive Logistics 公司可以让 UR10 就在生产线上员工旁边操作，而不需要硬性围栏或光幕来进行安全防护。（所有图片均由 Universal Robots 公司提供）

在俄亥俄州 Youngstown 的马蹄形装配线上，发动机部件像钟表一样在传送带上移动，每个工位的交货时间为 60 秒。

“这是一条快节奏的生产线；一切都是及时的，按部就班的。”综合物流公司的营销总监 Gary Bobalik 说。该公司是为北美最大的两家汽车企业提供领先物流和合约制造的供应商，其经营范围包括悬架、动力总线和内饰件分装线。

这条生产线没有留下任何错误的空间。当发动机机架零部件到达生产线末端时，公司需要检查每个零部件，其中包括一个重要的转向器线束连接器，检查是否完全就位和锁定。

“如果有一个间歇性的松动连接，或者它连接了但并没有锁定到位，这就会导致动力转向系统功能的间歇性或完全丧失，这在严重程度上是 8 级。” Comprehensive Logistics 公司的增值装配主管 Mike O'Keefe 说，“这是一个会威胁生命的故障模式，所以我们需要确保这些夹持是否被 100% 地锁定在适当的位置。”

O'Keefe 同时也想我们解释了相关的挑战。

他说：“在整个行业中，人工检测的效率只有 80% 左右，所以我们正在寻找通过自动化系统来实现可重复的质量检查。”

### 狭小的位置

然而，这个过程让这家俄亥俄州的制造商感到头疼，因为该公司实施的固定式多摄像头系统无法将摄像头定位到狭小的位置，也没有达到制造商所需的可重复性。O'Keefe 补充说：“摄像系统采集的数据并不纯粹。”他还试验了一个探针式机器人，该机器人也不符合可重复性要求。

该公司开始研究替代方案。该解决方案必须支持综合物流公司的正常运行时间要求，使用简单，并且必须与生产线流程和人员轻松整合。

“我们必须找到不会造成潜在安全问题的东西。”O'Keefe 说，“所以我们瞄准了 Universal Robots，并很快意识到这是一个具有成本效益的轻型机器人，可以

安全和可重复地将视觉摄像机移动到正确的位置。这种轻型机器人的灵巧性使它能够在任务关键点的下方，并具有 100% 的可重复性。”

### 实时结果

因此，Comprehensive Logistics 公司的装配工人在生产线的末端有了一位新同事。安装在天花板上的来自 Universal Robots 公司的 UR10 协作机器人，其配备有一个视觉摄像头，并在检查点之间快速移动，在它缩回到“家”的位置并等待下一个装配点的检查之前，为每个连接点拍下一张照片。

这条生产线为具有 11 个检查点的柴油发动机和 9 个检查点的燃气发动机的发动机机架提供检测。集成在 UR 机器人上的软件通过生产线跟踪检测，并通知机器人哪个版本需要检查。

拍摄的每张图片都会立即显示在机器人旁边的屏幕上，而第二个屏幕上则显示了发动机机架每个检查点的完成情况，并

有一个绿色或红色的检查标记，表示通过或失败。

## 交钥匙式集成

O'Keefe 强调了 UR10 接管发动机机架检查以来所取得的可运行时间。

他说：“自从安装这个机器人以来，我们的生产没有任何中断——当然除了调整摄像机上的一些可能与机器人编程无关的图像之外。UR10 已经在两班或三班制的操作中全天候运行了两年。”他说。

该应用程序也可以主动适应。如果客户提出了新的要求或不同的检查标准，很容易将检查点添加到流程中。O'Keefe 说：“我们的集成商只需通过远程拨号上网，更新所需要的东西，并引导我们完成这一过程即可。”

该交钥匙式工程是由 Automation Zone 公司开发的，它是一家位于俄亥俄州的 UR 机器人认证系统集成商。尽管使用了外部资源，但整个应用的价格仍具有成本效益。

Comprehensive Logistics 公司的装配主管详细介绍了运行三班制的机器人如何在大约七个月内收回成本。“只看机器人硬件，投资回报率可能只需要不到四个月。”他说。同时他也补充说，这种计算并没有考虑到客户因质量问题而取消的费用。“因为我们从 UR 机器人那里可以得



配备摄像头的 UR10 拍摄的每张图像都会被立即处理，检查结果会显示在机器人旁边的屏幕上。

到了 100% 的质量，我相信投资回报率会更短，因为知道我们将免受返工处罚。”

## 保持在加工周期时间内的重新检查

Universal Robots 公司的机器人被归类为协作式机器人——或者称为 cobot——因为其内置的安全系统使机器人手臂在遇到其运动路线上的物体或人时会自动停止操作。这意味着 Comprehensive Logistics 公司可以让 UR10 就在生产线上的员工旁边操作。

O'Keefe 说：“我们不需要行业内一些标准机器人系统所要求那样繁琐的光幕

或其他类型的防护。”他强调机器人在使用时轻松启动和停止的能力。“如果检查失败，我们可以进入并重新检查生产线中的失败部分。通常情况下，如果你有一个独立的机器人，它将重新运行整个过程，这将占用我的生产周期的时间。”他说。

由于每个工位的间距时间为 60 秒，装配线上的生产周期时间被设定为约 48 秒，而 UR 机器人通过检测的时间约为 32 秒，这就有足够的时间重新运行故障，而不会使整个生产线停滞。

## 另一位“同事”

如果机器人因停电而停止，或因人的影响而中断，这种灵活的操作也是有益的。“我们只是重新启动 UR 机器人。在我们的设施中，我们有几个其他的机器人场景，你需要将这些设备‘返回原位’，然后完全重新运行这个过程。Universal Robots 提供了快速更换的能力。”O'Keefe 说。同时他也讲述了习惯于多次中断的操作员现在如何能够连续地完成他们的工作。

一名生产线上的员工，起重机操作员 George Whit，现在把 UR10 机器人视为生产线上的另一个同事。“它在我白天来之前就在这里，我离开时也在。它就像家人一样。”他说。

Whit 可能会在未来看到更多的机器人同事。“如果 Comprehensive Logistics 公司获得了更多的装配线，如果客户有需要 100% 质量的关键任务检查点，我们就有可能在其他生产线上复制这一过程。”O'Keefe 说。

[www.universal-robots.cn](http://www.universal-robots.cn)



当 UR10 进行检查时，发动机的图表会实时显示每个执行的检查结果，用绿色或红色的检查标记表示通过或失败。



# 可穿戴设备是年长工人的好帮手

## For Older Workers, Wearables are Where It's At

波音公司、宝马公司、科莫公司、福特公司、通用汽车公司、现代公司和丰田公司都对此深有体会。

当通用汽车公司的工效学团队决定实地检测可穿戴设备对工厂工人的体能增强效果时，他们通过与人体力学专家合作，以科学方式收集数据，并与这些用户交谈。

“其中一名操作员说，‘我通常要在午餐时吃一片 Motrin 才能熬过我的班，但今天我不用了’。”通用汽车的 Dan Flores 说，“正是这些我们在最初试点中收到的反馈，给了我们继续下去的动力。”

像通用汽车一样，其他制造商正在通过可穿戴设备来提高员工的能力，其中一些设备可以减轻他们的肌肉负担，一些可以监测潜在对身体有害的动作，并提醒工人停止，或是跟踪他们的位置和周围工作环境的环境条件。

所有这些设备都有助于提高工人的安全性，就拿负重外骨骼机械装置或通用汽车的电动握力手套的例子来说，它们有助于留住那些年长的工人，而雇主则可以想办法在这些经验丰富的员工退休如何填补他们的空缺。

“工业负重外骨骼机器人正在真正兴起。对工人的健康而言，这是一个真正

的大市场。”可穿戴机械装置协会科学和技术主任、亚利桑那州立大学工程系教授 Tom Sugar 博士说。

工业界将可穿戴设备视为一种方式，在当今愿意并能够从事工厂工作的年轻工人短缺的情况下，他们希望从那些将要退休的年长、熟练和有经验的劳动力中获得更多的工作年限。这很重要，因为根据制造业协会和德勤的报告，从 2015-2025 年，由于技能的差距预计将导致 200 万个职位空缺。

在制造业的工作场所，那些年纪大工人久经风霜的身体特别容易受伤，减少他们的伤害可以节省资金，有助于提高劳动力的生活质量，并保持工厂的正常运转。

根据国家安全委员会的数据，对于工人来说，在举、推、转、拿、搬运、投掷以及这些重复性动作时的过度劳累是导致攻势损失的首要伤病因素，其比例为 33.5%，而制造业是使工人远离工作岗位的第 3 大行业。

制造业中这些设备的开发者们正在采取战略性和逐步的方法。他们通过与美国汽车协会、航空和农业设备工人联合会以

及人体力学专家合作，在工厂车间和实验室进行研究，并尝试不同的设备，以降低工伤风险。

通用汽车的 Orion 装配厂是该公司的中心测试点，是 Chevy Sonic 和两款 Chevy Bolt 的生产地，但是美国和加拿大的所有装配厂都在进行负重外骨骼机械装置和握力辅助手套的试点。

通用汽车与宝马、波音、科莫、福特、现代和丰田等公司一样，处于可穿戴设备应用的第一波浪潮中。

这可能是一个在制造业中使用可穿戴机器人的转折点。在 2018 年，丰田公司将一种上身负重外骨骼机械装置指定为其在安大略省 Woodstock 市工厂焊工的个人保护设备。这意味着这些工人必须佩戴负重外骨骼机械装置，使得这种设备类似于护目镜、闭口鞋和耳塞，成为必须佩戴的装备。

### 帮助脆弱的肩部

在 21 世纪 10 年代初，福特公司正在测试各种技术来增强工人的肩部肌肉。为



Comau 公司的 MATE 是 Muscular Aiding Tech Exoskeleton 的缩写，其将大约 30% 的肌肉负重从肩部转移到骨盆。



为了减少肩部受伤的次数，福特公司花了很多钱用于减少员工的受伤次数与提高员工的生活质量，福特公司决定把重点放在技术上，以帮助那些在高空作业的员工对吊起来的车辆进行作业。在高空作业中，需要使用直角螺母扳手这样的工具，其重量可达 13 磅，这使得肩部和手臂在持续时间内需要尽力工作。这是一种与受伤风险高度相关的作业方式。

福特公司试用了各种肩部可穿戴设备，但最终选择了加州 Ekso Bionics 机器人公司的 EksoVest。福特公司于 2017 年开始与弗吉尼亚理工大学在其北美的所有工厂进行关于 EksoVest 的纵向研究。

在工厂进行的为期 18 个月的试验中，工人们记录了他们使用可调式 EksoVest 的细节，该背心可以为每只手臂提供 5-15 磅的升力帮助。在此基础上，这种原型设备进行了一些调整，如增加通风和冷却装置，因为在没有空调的工厂里，背心穿起来非常热。然后，福特公司的工程师团队前往工厂进行调查，并收集主观反馈。最后，在去年 11 月，弗吉尼亚理工大学的生物力学和机械工程专家开始做那种无法于工厂车间进行的实验室测试。

一项小型实地试验的结果已经出来了，而且结果看起来令人鼓舞。

福特公司先进制造中心的人类系统和虚拟制造技术专家 Marty Smets 在去年 3 月公布的结果中写道：“在参与者的报告中，定期使用手臂支撑负重外骨骼机械装置三个月后，与工作有关的不适感大幅减

少（作者采用斜体字体），其肩部、手臂和颈部被认为是改善最大的区域。”

80 名对照组测试者和 40 名使用 EksoVest 的参与者的全部结果预计将在今年公布。

在研发被动负载外骨骼机械装置以增强肩膀的过程中，福特公司并不是唯一一家企业。

FCA 旗下的工业自动化公司 Comau 正在直接通过分销商销售一种补充式肩部的被动负载外骨骼机械装置。

“对我们来说，自动化并不总是等于机器人。” Comau 北美公司机器人和自动化产品负责人 Mark Anderson 说。

Comau 公司的 MATE 部门是 Muscular Aiding Tech Exoskeleton（肌肉辅助负重外骨骼）的缩写，它将大约 30% 的肌肉负重从肩部转移到骨盆，并且可以调整到提供七个级别的负重援助。Anderson 说，在欧洲和亚太地区，包括 FCA 工厂，已经有“数百个”这种 9 磅重的设备在使用。MATE 去年开始在美国市场销售。

## 给予员工帮助

通用汽车公司的 Ironhand 技术最初被称为 RoboGlove，与 EksoVest 和 MATE 不同，它由电池供电，旨在帮助佩戴者的提升握力而不是肩部肌肉。



Kinetic 公司的 Reflex 配备了一个三维运动传感器，如果佩戴者在弯曲、扭曲、转身或过度伸展动作中可能会伤害到他的背部，它就会以轻微的嗡嗡声发出警报。

这款电动手套通过传感器和执行器增强了佩戴者的手部力量和握力，这些传感器和执行器可与人类手部的神经、肌肉和肌腱相媲美。这只手套和它的电池穿在一个背包里，重量达 5.5 磅。

该装置通过施加高达 10 磅的握力，让佩戴者重复或保持其握力，而不需要自身使用那么多的力量。在操作铆钉枪或钻头的重复性动作中，这种额外的力量也会有所帮助。另外，Ironhand 也可以帮助持续握持，例如在组装车辆时抓紧一捆电线。

这种与 IoT 物联网连接的 Ironhand 是与瑞典软体仿生学 Bioservo Technologies 公司联合开发的。

Bioservo 公司首席执行官 Petter Backgren 说，物联网的连接使该公司能够以数字方式评估工作环境，以确定那些人人体工程学风险较高的关键任务。

这样就可以采取相应对策，减少风险，防止伤害。

他说：“Ironhand 可以收集使用数据，如抓取次数、抓取频率、抓取周期和力量。这些数据通过与两种科学的风险评估方法结合使用，为职员和行业提供其操作人员发生劳损风险的计算结果，以及 Ironhand 能够降低的潜在风险。”

## 保护脆弱的脊柱

在任何行业中，脊柱是身体中较容易受伤的部位之一。

为了保护背部，Kinetic 公司制造了 Reflex，这种设备配备了一个三维运动传感器，并夹在腰带上，如果佩戴者在弯曲、扭曲、转身或过度伸展中可能会伤害他的脊柱，就会发出轻微的嗡嗡声提醒。该公司的首席技术官 Aditya Bansal 说，Reflex 的算法是利用国家职业安全与健康研究所（NIOSH）的人体工程学数据所开发的。

除了向佩戴者提供即时的反馈以外，Reflex 还将个人数据和总体数据推送到一

个基于云的数据库当中，利用该数据库分析信息，例如，哪项工作容易出现危险动作，或者哪个时间段的工人更容易以违背背部健康的方式进行运动。

根据 21,000 名用户的数据，Kinetic 公司声称 Reflex 在使用它的工厂里使生产力提高了 5%，工人赔偿费用减少了 54%，而损失的工作日减少了 88%。

## 我的工人在哪里？他还好吗？

Guardhat 公司的首席执行官 Saikat Dey 在离开一家炼钢厂的领导岗位后，被委派成立一家创业公司，该公司以生产能与物联网连接、美国制造的安全帽。在担任 Severstal 北美公司的首席执行官期间，他一直在寻找类似的工人安全技术，但并没有成功。在没有找到的情况下，他决定自己做。

这顶安全帽有两个版本，区别在于一个型号中增加了一个摄像头。两者都可以监测电池寿命、温度、噪音、湿度和压力。两者都可以检测跌倒，并实现双向通信。Guardhat 安全帽也有 Atlas 个人标签，可以实现类似的功能。

“Guardhat 安全帽有助于回答三个问题：我的工人在哪里？我能否了解他所处的环境和条件？以及我能否与他沟通？” Dey 说。

该公司的软件平台 Kyra 及其人机交互界面支持 Guardhats、Atlas 和其他能够进行物联网连接的第三方可穿戴设备。

这意味着部分由通用汽车公司开发的人类握力增强装置 Ironhand 也可以与 Kyra 连接。

Dey 说：“只要它有无线连接，我们就可以读取它并在出现问题时警告工人。”

由于并非所有的设施都是百分之百与网络连接，智能 Guardhat 安全帽设备可以脱机运行，并在本地做出决定，一旦回到平台上，就将其数据输入 Kyra。

## 尚未解决的问题

虽然延长员工的工作寿命和让他在工作中更加舒适的目标值得称赞，但关于负重外骨骼机器人的使用仍然存在问题，Brian Lowe 及其同事在 NIOSH 的博客中写道。一些设备在肌肉骨骼区域之间（例如，从手臂和肩膀到脊柱和腿）转移负荷，是否仍然使工人处于危险之中？它们会影



通用汽车公司的 Ironhand 在铆钉枪操作的重复性动作中提供帮助，其也可以协助持续保持动作，例如在组装汽车时抓紧一捆电线。



福特汽车公司的EksoVest是一种负重外骨骼机器人，  
可以减轻高空作业操作员的肩部肌肉压力。

响平衡吗？它们是否会给搬运重物带来虚假的安全感？如何根据举重限制和处理方法对工作场所活动进行修改？

这其中一些问题的答案可以由福特公司和弗吉尼亚理工大学正在以标准组织 ASTM 国际的指导方针进行的测试所回答。到目前为止，ASTM 的 F48 委员会（可穿戴机器人协会的 Sugar 和来自工业界、学术界和 NIOSH 的代表都是该委员会的成员）已经制定了准则，定义了什么是负重外骨骼机器人以及它应该如何被定义。提出了如何维护负重外骨骼机器人准则、安全准则、人体工程学等方面的准则。

去年 10 月，ASTM 在全球范围竞赛中选出了领导其 Exo 卓越中心的优胜者。该中心将在 ASTM、工业界、政府和其他利益相关者的资助下进行基于标准的研究，以帮助可穿戴设备行业的加速创新。

- [eksobionics.com](http://eksobionics.com)
- [www.comau.com/zh](http://www.comau.com/zh)
- [www.bioservo.com](http://www.bioservo.com)
- [www.wearkinetic.com](http://www.wearkinetic.com)
- [www.guardhat.com](http://www.guardhat.com)

精确的.

有力的.

生产性的.

[kapp-niles.com](http://kapp-niles.com)



**KAPP NILES**

precision for motion

# 植物油助力降低成本，提高生产力

## Vegetable-Based Oil Helps Orthopedics Manufacturer Lower Costs, Increase Productivity



Hexagon Orthopedics 公司的团队正在检查使用 HTT Shangay 特种钻孔机加工的零件。

众所周知，生产力是制造业成功的一个关键因素。但不是所有人都知道提高生产力的解决方案并不总是与昂贵的投资、重大的结构改革或大幅增加员工有关。通常情况下，一个单一的解决方案就可以使生产力得到重大改善，同时使制造过程更加经济。Hexagon Orthopedics 公司的生产力改进项目就是如此，该公司是巴西最大的五家生产医疗植入物和矫形器械的公司之一。

总部位于巴西圣保罗州 Itapira 的 Hexagon Orthopedics 公司，自 1988 年成立以来规模逐年增长。由于其对医疗领域和客户的坚定承诺，该公司已成为全国领先的矫形植入物制造商之一。Hexagon 公司的成功很大程度上归功于它的员工，这反映在公司较低的人员流动率上。

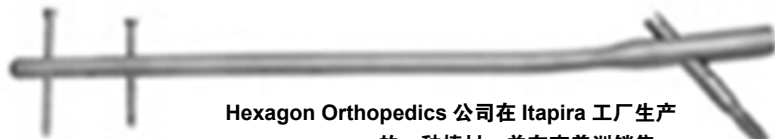
然而，在 2016 年，Hexagon Orthopedics 公司遇到了一个问题：由于深孔钻削的制造周

期高，刀具寿命低，Hexagon 将部分生产外包了，这在最终产品中产生了并不理想的额外成本。

在寻找这一问题的解决方案时，公司的工业经理 Claudio Barbosa 邀请位于圣保罗 Santo André 的 Blaser Swissslube 巴西公司的技术团队前来考察，以评估这一情况。据 Barbosa 说：“主要目的是提高直径为 2.7mm 的深孔钻削操作性能，同时也希望在加工中使用植物油，因为它更符合生态环境及其他益处。”

Blaser Swissslube 公司是一家瑞士公司，专门提供加工用液体。它是一家家族企业，成立于 1936 年，至今已成为一家全球性公司，在全球拥有 600 名员工。Blaser Swissslube 公司的业务遍及 60 多个国家，包括巴西。

深入分析情况后，发现用于深钻作业的 HTT Shangay 专用钻机的循环时间为 248 秒，而直径为 2.7mm 的钻削刀具寿命仅仅约为其理



Hexagon Orthopedics 公司在 Itapira 工厂生产的一种棒材，并在南美洲销售。

想值的 30%。

在对该加工过程进行详细分析中，评估了当时使用的设备、泵（压力）、材料和切割参数。

Blaser 公司为 Hexagon Orthopedics 公司提供了一份评估建议书，其解决方案可以将生产力提高 5%，将刀具寿命提高 10%。推荐的产品是 Vascomill 10，一种植物油产品，符合使用植物产品时的技术条件以及客户要求。

在测试阶段，通过每周对 HTT Shangay 深孔钻削机的结果进行监测，从 2016 年 8 月持续到 10 月。在此期间，2.7mm 钻削刀具寿命增加了 71%，加工周期时间减少了 40%，从 248 秒减少到 148 秒，而进给率增加了一倍。该结果在整个加工过程中产生了 35% 的经济收益。

在随后的两年里，Hexagon Orthopedics

公司已经将其全部生产国际化，并在其加工操作中只使用 Vascomill 10 植物油。该公司在其所有工厂中都巩固了与 Blaser Swissslube 公司的合作关系，继续使用植物基产品，包括纯油和水混合溶液。

目前，Itapira 工厂拥有 19 台加工中心、15 台瑞士式车床和 21 台数控车床。可加工材料包括不锈钢（316 和 304）、纯钛、钛合金（5832-3）和铝（6043-TS）。

“当液体成为一种工具时，加工过程也变得更富有生产力。我们的顾问是提供最佳解决方案的专家，提高生产力的同时带来经济效益。”Blaser Swissslube 巴西公司总经理 Alessandro Erich Alcantarilla 说。

[www.blaser.com](http://www.blaser.com)

[www.hexagon-brasil.com](http://www.hexagon-brasil.com)



## 卓勒 — 让生产线智能化!

硬件与软件合理配合的解决方案，让刀具数据处理更高效!

智能化工厂的要求其实很简单：智能化的刀具柜、刀具测量仪和刀具管理软件，并由 z.One 统一的中央数据库将其连接。这样的组合让您不仅可以直接获取存储位置、零件列表及刀具组装助手软件等相关信息，还可在刀具测量仪上立刻对刀具进行测量。拥有卓勒，实现工业 4.0 变得如此简单!

卓勒（上海）精密检测仪器有限公司

上海市闵行区颛兴路 1588 号 C 座 | 电话：021 3407 3978 | 传真：021 6442 2622

邮箱：info@zoller-cn.com | 网址：www.zoller-cn.com

**ZOLLER**  
expect great measures®

# 加工中心的占地面积和切割能力大大超过预期

## Machine Footprint, Cutting Power Surpasses Arizona Shop's Expectations



Alicat Scientific 公司的车间经理 Greg Camron (左) 和 Methods Machine Tools 公司的 Kiwa 产品经理 Bernie Otto 正在查看 Kiwa KHM-300A PC6 加工中心。(所有图片均由 Methods Machine Tools 公司提供)



安装在 Alicat Scientific 公司的 Tuscon 生产基地的一台 Kiwa KHM-300A 设备。

Alicat Scientific 公司是一家经 ISO 9001 认证的, 生产液体质量流量计、液体控制器和气体与液体压力控制器的制造商, 其总部设在亚利桑那州 Tucson 市, 自 1991 年成立以来, Alicat 一直在设计和制造精密仪器。该公司的成功不仅仅是由于销售优秀的仪器; 它还专注于为复杂的控制和测量问题提供经济的解决方案。

Alicat Scientific 公司是一个由受过各种学科教育和测试的工程师和技术支持人员组成的智力仓库, 这其中包括航空航天、天体物理学、大气科学、电气设计工程、机械工程、光学工程、燃料电池科学、喷涂机器人、生物制药仪器、半导体制造和食品包装及加工等领域学科以及现场经验。

Alicat 明白, 很少能有“现成的”解决方案来解决一个问题。Alicat 公司的流量和控制产品的独特设计和测量技术使他们的仪器可以用于那些同类竞争产品可能没有灵活性或耐久性的应用当中。从采矿项目到 NASA 太空项目, 再到环境监

测, 甚至是人工心脏机器, 你都可以看到 Alicat 的身影。

2015 年, Alicat Scientific 公司首次接触到马萨诸塞州 Sudbury 的 Methods Machine Tools 公司, 当时它从一个客户那里购买了一台二手立式加工中心

(VMC), Methods Phoenix 公司的服务团队帮助安装了这台机器。“一年后, 当 Alicat 公司的订单激增, 而它当时使用的 VMC 无法满足当时生产需求。”机器车间经理 Greg Camron 说。当业务量猛增, 这使得交货时间增加了 6 倍, 长达 28

### 搭载先进托盘交换器的 KMH-300

Methods Machine Tools 公司的 Kiwa KMH-300 是一款高性能的 300 毫米 HMC, 其具有先进的技术和设计特点, 如方形 T 型结构设计。KMH-300 的标准配置是一个集成的全旋转 B 轴和 FANUC Oi-MF 控制系统。主轴油冷却系统和穿透式冷却滚珠丝杠是标准的配置。

其他标准功能包括双 320mm 托盘、滚轮导轨、15-hp/15,000-rpm 直接驱动 BIG Plus 主轴, 以及大宽度的舱门和面板, 这使得加工设置和维护更加容易。据 Methods 公司称, 该设备还具有出色的排屑功能, 它结合了头顶喷淋系统、排屑机 / 冷却剂存储罐和泵以及内部双排屑螺旋输送器等功能。

KMH-300 设备, 标准配置为 PC2 双托盘交换器, 也有六托盘 P6 池配置, 装卸站台位于操作员侧门附近。其他型号包括 30 或 40 锥度的版本, 其主轴速度为 12,000-20,000rpm。此外, 标准机型有 30 或 40 把刀的自动换刀装置, 而 PC6 则可选择增加到 90 或 120 把刀。

天。这促使 Camron 开始考虑在车间增加一台新的机器。在研究新机器的过程中，Camron 遇到了 Methods Phoenix 的销售经理 Tony Harrod，他向 Camron 介绍了卧式加工中心（HMC）。

Harrod 知道 Alicat 的车间空间有限，这也是它之前没有尝试 HMC 的原因之一。但他从 Methods 公司引进了 Kiwa KMH-300A，因为它是一台 300 毫米的设备，符合车间的间隔需求，而且非常适合切割的零件。

Camron 说：“我曾经对 KMH-300A 的能力持怀疑态度，因为与我交谈的其他销售人员告诉我，一台 300 毫米的设备并不具备切割不锈钢的能力，但在处理我们的零件的同时具有小的占地面积，这对我们来说是一个巨大的变革。我们决定用 KMH-300A 来试一试，当 Tony 说它能够处理这项工作时，我们相信他。结果让我们大吃一惊。” Kiwa KMH-300 PC2 设备（配有标准的双托盘交换器）的占地面积为 140 x 107"（3,556 x 2,718 毫米），KMH-300 PC6（配有可选的六托盘交换器）的占地面积仅为 196 x 165"（4,978 x 4,191 mm）。

第一台 KMH-300A 在下单后一周内就送到了 Alicat 的工厂，并在安装后一周就开始正式服役。安装六周后，KMH-300A 的性能远远超出了预期，这种立竿见影式的生产促使 Alicat 立即购买了另一台 KMH-300A。这两台设备能够将车间从



PC6 托盘交换器的内部视图。

生产的困境中解救出来，并使生产周期回落到最多五天。“我们正在以 140 ipm（356 cm/min）的速度加工 316 不锈钢，以 200 ipm（508 cm/min）的速度加工 303 不锈钢。机器的加工效果非常好，听起来就像在切割铝（而不是不锈钢）一样。” Camron 说。

这两台 KMH-300A HMC 一起维持了车间的生产，直到 2017 年，Alicat 公司经历了另一个大规模增长期。公司立即增加了另一台 KMH-300A，但这次有一个 PC6 托盘池。基于对设备可靠性的信任，增加的托盘使 Camron 可以在无人看管的情况

下通宵运行设备。Alicat 公司的 PC2 可以在无人值守的情况下运行五个小时，其新的 PC6 可以通宵运行。一年后又购买了一台 KMH-300A PC6，通过允许更多的无人值守式生产以跟上 Alicat 公司持续快速增长的业务。

Camron 说：“自从改用 Kiwa 设备后，我们每个零件的时间缩短了约 50%，现在可以全天候运行。我们实行三班倒，通过 Kiwa 实现了无人值守，因为我们知道它们会在没有任何问题的情况下持续工作。”

随着 Alicat 公司的不断发展和扩大，Kiwa 使工厂在生产上不至于落后，能够跟上销售额。此外其占地面积小，非常适合其小型工厂环境，因为那里的地板空间是很重要的。

Camron 说，Kiwa KMH-300A 的生产率和可靠性，加上 Methods Phoenix 的服务团队，使 Methods Machine Tools 公司成为满足 Alicat 所有需求的首选供应商。他说：“Methods 的服务部门独一无二。我们曾有过其他设备，当我们打电话要求服务时，却被告知他们会在两周内派人来。在 Methods 公司，如果是简单的修理，他们会在电话里指导我们，如果是困难的修理，他们会很快就赶来。我们甚至打过电话索要零件，也可以在 24 小时内送达。因为他们知道不能让设备闲置的重要性。”

[www.alicat.com](http://www.alicat.com)  
[www.kiwa-cw.com](http://www.kiwa-cw.com)



Methods 公司的 Kiwa KMH-300A PC6，包括一个卧式加工中心和六个托盘系统以及交换器。

# CBN 展成磨削：一种经济的选择

## CBN Generating Grinding: An Economic Alternative



Dr.-Ing. Andreas Mehr  
Technology Development,  
Gear Grinding and Shaping  
Liebherr-Verzahntechnik  
GmbH  
www.liebherr.com

在电动汽车等领域对高质量齿轮的需求存在巨大的挑战。例如，在许多应用中，用刚玉进行磨削是一个很好的解决方案，但这种磨料在某些应用中也有缺点。例如，在研磨特殊的几何形状时，也可能产生负面影响。因此，这些修形操作必须完全地整合到刀具中，或者部分通过机床的修整工艺来进行。

然而，一方面，磨削蜗杆的轮廓需要时间，另一方面，它也改变了刀具的几何形状。根据磨削工艺的选择，必须在很短的时间内重复进行，以保证在相同的质量水平下生产。这就是 Liebherr 公司的优势所在，它提供的 CBN 刀具经过了改造，在一个实例工件上使用这些刀具产生了更好的经济性。

CBN 是立方氮化硼的缩写。它是仅次于钻石的世界上第二硬的切割材料。它由一个由硼和氮原子组成的三维矩阵组成，可以形成比钻石更广泛的晶体形式。它具有高导热性和低摩擦系数。例如，与刚玉研磨材料相比，CBN 刀具的发热要小得多。用 CBN 可以可靠地加工非常硬的材料。另外，CBN 的磨具可以做得更小，

这意味着其应用范围比刚玉大。

### 加工时间短，刀具寿命长

CBN 刀具目前正在经历一个恢复期。它们的采购成本可能很高，但在修形时的单位成本却相对较低。位于德国 Kempten 的 Liebherr-Verzahntechnik 公司自 1988 年以来一直在使用镀锌的 CBN 刀具。它是一种高度耐用的研磨材料。近年来，现代刚玉的磨削性能有了很大的提高，但与 CBN 相比，它的缺点是修形时需要花费大量的精力，这在拓补磨削过程中遇到的情况尤为突出。

### 使用 CBN 刀具缩短修整加工时间

在这些工艺过程中，由于工艺转变的可能性有限，每个修整加工周期内工件数量大大减少，这反过来又提高了刀具成本，也增加了加工周期时间。而在刚玉刀具上（例如用于无变形展成磨削），通过新的数学解决方案可能会增加每个修整间隔的工件数，但这也同样适用于 CBN 刀具的使用。



CBN 刀具展成研磨是一种经济性、可替代刚玉研磨的加工方法。  
(所有图片均由 Liebherr 提供)





一台装有集成离心机的 LGG180 磨齿机。

使用 CBN 刀具，修整时间可以完全省去，这意味着加工周期和制造成本可以减少。CBN 具有高度的可加工性，并产生极低的测量复杂性。当家吃住 CBN 磨削蜗杆时，磨削过程就直接开始了，不需要事先进行修正。

一个测试工件 ( $m = 1.53 \text{ mm}$ ,  $z = 81 \text{ mm}$ ) 的单位成本为 4.25 欧元，这其中包括用刚玉进行的特殊宽度修形，整个周期时间为 114.6 秒，而用 CBN 进行同样的磨削过程则能够便宜 3.38 欧元，而且速度快得多，周期时间仅为 78 秒。

使用刚玉刀具时，每个修整加工周期的可生产工件数量为两位数，而当使用 CBN 涂层时，有时加工数量可以达到四位数。

每种情况都需要单独评估，以确定哪种磨削蜗杆是最可行的。Liebherr 公司会向其客户建议，根据他们的加工数量和应用情况，以决定 CBN 刀具是否是更好的选择。

## 一个稳健的加工过程

在无修整 CBN 刀具加工中，所有的参数都是预定义的，并且是“冻结的”。这是刚玉和 CBN 工艺之间的一个重要区别。所有刚玉刀具加工工艺都会通过修整而产生变化，这可能会损害磨削蜗杆的质量。这可能是修整刀具的磨损造成的。

另一个问题是蜗杆直径的减小。随着蜗杆直径的减小，有效的蜗杆螺旋线的长度会变短，这就减少了有效磨粒的数量。这样做的结果是增加了齿面的粗糙度系数，然而该系数在整个

蜗杆刀具的加工寿命中应保持不变。这一过程是有限的，可以通过更精细的修整过程来抵消这一过程。

一些额外的工艺，例如修整工艺，会出现那些使用 CBN 刀具时不会出现的故障。CBN 刀具加工工艺是稳定的且有质量保证。这使得他们对高质量齿轮齿的经济性生产产生极大兴趣。

例如，在电动汽车的齿轮制造中，目前正在尝试通过改变齿轮的宏观和微观的几何形状来减少噪音，特别是对于汽车行业中那些非常复杂的电动齿轮更是如此。

Liebherr 更是在其位于德国 Ettlingen 的工厂生产 CBN 刀具。“我们的生产目标是在一个非常稳健的加工过程中实现高性能和顶级加工质量。”齿轮切削工具区域销售经理 Haider Arroum 说。

CBN 磨削蜗杆和磨盘的生产是在一个闭环过程中进行的，在这个过程中，测量的修正参数会流向生产参数当中。Arroum 在证实这一复杂程序时说：“我们必须保证配置精度，以尽可能接近 1:1 尺寸的生产。”

## 带有集成离心机的 LGG 180

在大多数情况下，新一代电动汽车是在新工厂中所制造的，在那里制造重点是可靠且清洁的加工操作。在 EMO 2019 展会上，Liebherr 展出了完全满足清洁工厂要求的发电机组磨齿机：带有集成离心机的 LGG 180。用于去除毛刺和冷却剂的离心机站位于环形装载机容器里，面向操作员一侧。它与机床脱钩安装，因此离心机过程中的振荡或振动不会对齿轮质量产生任何影响。所以在加工过程中离心机旋转是可能的。在此过程中没有油的损失，介质留在机器中，清洁的零部件可以在任何自动化系统中进一步运输。

## 集成离心机的优点是：

- 一个干净的工厂，因为它生产的工件是干的，并且没有油的损失，生产可靠。
- 脱钩安装的离心机单元不会将振动传递给磨床。
- 该装置可以连接到任何传统的自动化解决方案中。

## CBN 刀具的优势有：

- 不需要进行刀具安装、预整形和修整。
- 不需要调整轮廓角度
- 轻松操作
- 大大减少了测量和测试步骤。

# 将精益思想应用于制造业

## Applying Lean Thinking to Manufacturing

在制造业中，最有效的加工过程注定是要出类拔萃的。效率是最优先的要素。

丰田公司通过应用现在被称为精益思想的原则，彻底改变了高效制造的标准，这一术语是由深入对丰田公司崛起进行研究的 Daniel T. Jones 和 James P. Womack 提出的。

### 精益思想解释

精益思想的目标是创建一个精益企业——专注于客户和员工的满意度，旨在将两者最大化，同时消除任何类型的浪费，无论是对客户、供应商还是整个环境而言的额外浪费。

这些原则在许多行业中被广泛采用，可以分为两个不同的方向——精益思想和精益生产——前者侧重于持续改进，后者侧重于运营过程的效率。

两者可以同时进行，通过使它们成为你的业务中核心组成部分，你可以围绕你的业务方式，把对客户和员工的尊重作为

中心，同时提高工作效率。

### 精益思考主要有五个部分

#### ●定义价值

客户愿意为一个产品支付多少钱决定了它的价值。如果收费太高，你就会失去潜在的客户，但收费太低，你的员工、你的增长潜力和你的底线都会受到影响。

在饱和的市场更容易定义价值。这是由于你可以从你的竞争对手和他们的生产实践中找到一个粗略的数字，然后从那里开始工作。

然而，当使用新技术或新想法时，这就有点困难了，因为客户往往没有任何基准来评价产品。

如调查和采访，这些数据直接来源的渠道，以及数据分析和网络分析等二级数据来源的渠道，在这里都有帮助。确定的价值将有助于在不影响产品质量的情况下保持低成本。

#### ●确定价值流



Joe Peters  
Contributing Writer

价值有助于确定生产产品的成本，以及与制造有关的服务和消除浪费的方法。在这个过程中，客户得到了他们期望的价值，而制造商则得到了尽可能高的利润。制造商需要确定如何在不牺牲价值的生产情况下，尽可能地保持生产的低成本和高效率。

“精益思想的目标是创建一个精益的企业——注重客户和员工的满意度。”

这需要详细说明产品生命周期的每一个步骤，从原材料的成本开始，延伸到生产、软件系统和装运——同时涵盖任何与浪费有关的成本。

这里的目标是权衡价值流中各个步骤的成本和它们所提供的价值。那些不能增加价值的功能、材料或加工步骤可以被取消。

### 创造价值流

生产周期中剩下的所有步骤的流程应尽可能地顺利进行。如果生产过程在任何时候停止，这意味着没有消除掉所有的浪费。

为确保流程顺畅，尽量将生产过程分解为不同的步骤，以便对它们进行单独分析。

之后，再看看其他措施，如在各制造团队之间更均匀地分配工作量，在各楼层之间建立更好的沟通意识，并建立方法，使员工能够发展多学科的技能，以减少加



精益生产要求详细记录产品生命周期的每一步，从原材料的成本开始，延伸到生产、软件系统和运输当中。

工流程中的冗余现象。

●建立拉动式生产

库存管理是生产过程中保持精益化中最难实现的阶段。不良的库存管理很快就会导致产品生产提前，从而在储存方面造成大量的库存费用浪费。

这就是基于拉动式生产系统的价值真正闪耀的地方。一个基于拉动式生产的系统就是要尽可能地减少库存和在线生产的制品。在一个基于拉动式生产系统中，除

非有客户要求，否则不会生产任何东西。

优化基于拉动式生产系统以完全消除浪费可能是非常困难的，但在早期精益思维过程中可以让你更接近于减少浪费。

●追求完美

坐下来重新调整商业模式以遵循精益思想的原则可能是一个需要面面俱到的过程，但关键是要记住，当精益思想延伸到企业的整个生产周期时，它的效果最好。

虽然前四个步骤都致力于减少浪费，

但与精益思想原则保持同步的是确保企业能够保持竞争力和相关性——即使在一个更加拥挤的市场中。

这就是为什么持续改进应该始终是任何公司的核心价值。通过不断地评估你的业务方式，留意潜在的浪费，并寻找改进的机会，精益思想将与你的业务模式整齐地结合起来。因此，即使市场趋势发生变化，业务变得更加复杂，公司也能取得更为高效的结果。

# 新兴公司推进增材制造的可持续性

## New Company Advances Sustainability in AM



ILENE WOLFF, Contributing Editor

一家新兴增材制造（AM）粉末生产商能够两次完成不可能完成的任务吗？

6K公司（其前身为马萨诸塞州 North Andover 的 Amastan 技术公司）称，它的 UniMelt 技术（基于微波的等离子体技术）可以把金属、合金和陶瓷工业废料变为用于 AM 或其他行业用途的优质粉末。不仅如此，该公司还说它可以制造出无限多的合金粉末以用于 3D 打印当中。

6K公司首席执行官 Aaron Bent 说：“我们可以把熔化温度完全不同的多种金属元素以特定比例放在一起制成粉末，然后以这种粉末进行打印，这项技术使得我们公司完全可以根据应用要求设计一种合金。”

为了证明这一点，6K公司制造了一种具有展示性的高熵合金 Onyx HEA1000，它是铁和其他几乎相同比例的铬、钴、铜和镍的组合合金，并且 6K公司在最近的一次贸易展上展示了用它制造出的零件。

该零件是由位于加州 Thousand Oaks 的 Castheon 公司（一家 AM 研发和服务公司）通过激光粉末床融化打印得到的。

2019 年底，6K公司和航空航天制造商已经在努力使第一种商业化 AM 粉末——Onyx In718 获得生产应用的资格许可。第二种粉末——Ti64，于 2020 年第三季度投放市场。

除了高熵合金部件外，该公司在展会上还展示了十几种陶瓷和金属粉末以及用它们制成的零部件。6K公司生产的粉末也可用于较为传统的制造工艺，如金属注射成型和热等静压。它还可为硅片、LED 照明、锂离子电池和热涂层开发材料。

### 可持续性实践

UniMelt 系统使用的原材料是那些减法制造中所丢弃的材料，如切屑、支撑材料、废旧零件和 AM 的旧原料。该公司利用这些材料制造出具有高球形度、零孔隙率、无杂质、高流动性和振实密度的粉末，Bent 说。

Bent 说，UniMelt 不仅能够回收本来属于废弃物的材料，还能将原材料 100% 的变为可用的粉末。

“增材制造通常被认为是一种清洁技术，一种可持续发展的技术，而且在许多方面确实如此。但是其使用的粉末制造生产是该行业的一个肮脏的小秘密，因为它



由 6K 公司第一个商业化的 AM 粉末——Onyx In718 所制成的涡轮叶片。(图片由 6K 公司提供)

的效率很低，而且很浪费。” Bent 说

他说，气体雾化是制造金属粉末的一种方式，但是由于所生产的粉末球体大小不一，其产量只有约 25% 可用。

他说：“如果你考虑到制造一个锭坯所需的能源和成本时，首先要把它运到一个粉末生产商处，在一个气体雾化系统中熔化它，然后制造出粉末，其中 75% 的材料会被浪费掉，这是一个极其低效的过程。”

该公司希望为完全的可循环经济做出贡献，在这种经济中，进入 AM 供应链的材料 100% 会被使用，制造商坚持使用可循环利用的粉末来生产零件。

# 当模具制造与工业4.0相碰撞

——刀具牌号、加工方式和有助提高生产效率的数字化集成

## Industrializing 4 Die and Mold Making

— Grades, Methods, and Digital Options for Production Effectiveness

伊斯卡技术经理 Andrei Petrilin

如同其它刀具制造商，模具制造对于伊斯卡而言也是一大重要客户群。这一工业分支不仅消耗了越来越多的刀具，而且不断提出新的要求，对推动刀具的进步产生了重大影响。这些要求对所有机加工领域来说都是典型的：客户总是对生产率更高、更可靠和更高精度的刀具感兴趣。然而，模具制造的特殊性使其较之一般需求更需做出特殊设计考量。

加工材料、加工形状和加工策略是模具制造的三大显著特征，对切削刀具需求有重大影响。伊斯卡认为，只有基于这些特征的全盘刀具开发理念，并结合对受工业4.0启发的数字化发展的集成，才能为模具行业带来成功的解决方案。

### 挑战性工件材料

模具业的主要零件材料通常是淬硬钢。工件硬度是影响刀具牌号和切削几何形状的主要因素。对模具磨损或损坏的各种修复方法包括对损坏表面进行焊接、热喷涂、激光处理等。对这些表面的进一步加工则需使用切削刀具来去除既有坚硬又有较软材料层的部分。这种切削条件会大大缩短刀具的使用寿命，为此需要刀具制造商尽力来平衡和确保其必要的耐用性。

### 复杂的形状

模具通常都有复杂的外形。3D轮廓是一个模具组的典型加工表面，能够有效加工3D表面是对切削刀具的一个首要要求。刀具制造商需要提供加工形状精度和表面光洁度所需参数的刀具，并确保在一次操作中完成工件形状或特定曲面加工所需的相宜刀具寿命水平。

### 加工

制造模具涉及多种加工工艺：车削、铣削、钻孔、铰孔等，以铣削为首。这些模具行业的特定属性是以非旋转零件为主，加工表面形状复杂，必须生产加工去除大量材料的型腔，等等，使得铣刀成为这一领域的重头刀具。

因其需要不断提高新产品的生产率，模具行业往往成为先进加工方法的首用者：如高速铣削(HSM)和大进给铣削(HFM)，并需开发出高效加工策略。

先进方法和技术的采纳对刀具产生了极大的影响，也对刀具制造商提出了新的要求。多年来，提出的要求越来越严苛。如今的模具制造商代表了最严格的刀具消费群体之一，并希望刀具制造商对此产业趋势做出回应。

伊斯卡，作为一家领军的刀具生产商，多年以来与模具行业保持成功合作。通过推出新产品和升级现有产品，不断提升其模具制造解决方案，同时提供复杂的刀具项目和相关咨询。

### 刀具牌号

在模具制造中，可转位玉米（也称为长刃）铣刀通常用于型腔和宽槽的粗加工。刀具在高负载条件下作业时，可转位刀片的牌号是提高刀具寿命的关键因素。不久前，伊斯卡推出了IC845，一种硬质合金牌号，其特点是采用新的韧性硬质合金基体及SUMO TEC后处理技术的新型PVD纳米涂层。该牌号是专为在大冲击载荷下进行切削而设计的。使用IC845制成的刀片寿命更长，进而也提高了安装该刀片的玉米铣刀和槽铣刀的性能。

伊斯卡向整体硬质合金立铣刀系列增

加IC702硬质合金牌号，旨在高效加工淬硬材料（硬度 $\leq$ HRC65）。

### 技术前沿的仿形铣削

在加工复杂表面时，真正的主力军是夹持圆刀片的铣刀和球头铣刀。伊斯卡为模具制造商提供以下设计的刀具：可转位刀片式铣刀，可换刀头式立铣刀和整体硬质合金立铣刀。根据工件硬度从低到高分布的差异，刀具的公称尺寸、精度、装夹方式（刀杆式或心轴式）和应用范围都有所不同。

中小企业在模具制造业中占很大比例。对于这些制造商来说，刀具的通用性（多功能性）是其刀具选择的一大要素。

伊斯卡新近的LOGIQ系列推出了一款专门针对该挑战性市场的新产品——TOR6MILL系列可转位式铣刀。TOR6-MILL铣刀（图1）可装夹四种不同几何形状的刀片。通过在刀体上匹配相对应的刀片可将其转变为圆角铣刀、90°主偏角铣刀、45°主偏角铣刀或大进给铣刀。该刀具可用于加工3D曲面、方肩、平面、倒角或用于大进给粗铣加工。



图1

## 创新技术

经验证，大进给铣削和高速铣削可显著提高加工效率，同时能减少手动操作，从而大幅缩短生产制造周期。二十世纪九十年代，模具行业在很大程度上凭借及时引入这些高效方法，成功地填补了急剧增加的生产需求。

## 大进给铣削

如今，刀具生产商们基本都能为客户提供大量的大进给（也称为快速进给或FF）铣刀以供做出选择，而伊斯卡所提供的选择范围看上去是最广泛的。伊斯卡的标准大进给铣削系列包括十数种不同刀具系列，它们的设计理念（可转位式、整体式、可换头式）、公称直径、切削几何形状、安装方法和适用性（面铣、型腔铣、深腔铣）都各不相同。这种多样化的范围便于模具制造商能够根据自己的需求选择最佳刀具。

伊斯卡洞察到采用大进给铣刀是提高生产率的重要手段，通过引进新产品系列和升级现有产品系列持续推动大进给铣刀的发展。不出所料，其在最新的LOGIQ刀具系列就推出了先进的大进给铣刀。

NAN3FEED和MICRO3FEED，是伊斯卡最新推出的两款可转位大进给铣刀，直径范围为8-16mm（.315-.625英寸）。尽管一直以来整体硬质合金立铣刀在这一直径区域占据着主导地位，但伊斯卡的专家认为，凭借可转位刀片概念在粗铣加工方面的优势，将使该系列产品成为替换整体硬质合金设计的高性价比替代品。

LOGIQ4FEED系列快速进给铣刀（图2）的特点是“骨型”双面刀片。这种独特的刀片外形提供了四个切削刃，令人印象深刻的坡走铣加工能力定义了该系列的主要用途：高效粗铣型腔，尤其是深腔。该铣刀适用于加工硬度 $\leq$ HRC50的工件。

## 高速铣削

为了扩大高速铣削产品的应用范围，伊斯卡开发了直径为2-20mm（.250-.750英寸）的多齿整体硬质合金立铣刀，用于高速精铣加工和半精铣加工。该立铣刀采用超细晶粒的IC902硬质合金牌号制成，可加工淬硬材料，切削长径比高达6xD。铣刀最高转速可达20,000



转/分钟。通过摆线铣技术和高金属去除率(MRR)，整体硬质合金立铣刀在槽铣和开放式型腔方面的粗加工能力已获得了模具制造商的青睐。

## 变形金刚立铣刀系列

为产品定制模具的需求是导致模具制造经常为小批量生产甚至单件生产的主要因素，这也是为何模具企业多为中小企业的的原因。对于这些制造商而言，刀具的有效利用和对库存进行良好运营管理是至关重要的。然而，定制化通常意味着需要专门的刀具结构才能加工难以触达的零件区域。并非库存的所有刀具都能胜任此类加工，而特殊设计的定制化刀具也远非最佳方案。

采用伊斯卡的变形金刚MULTI-MASTER（图3）系列可换头式组合刀具可以有效克服这些困难。

根据MULTI-MASTER这一概念，刀头适合安装在不同的刀体（刀杆）上，刀杆也可以搭载不同的刀头。针对不同的加工应用，刀头形状、切削几何形状和尺寸



变形金刚立铣刀

的设计因3D曲面铣、方肩铣、槽铣、倒角和孔加工等而有所不同。圆柱直柄和带锥颈的刀柄有多个尺寸可适应于不同悬伸量的需要；其设计可确保直接夹持于刀柄、卡簧或机床主轴上。

MULTI-MASTER系列拥有丰富多样的刀头、刀杆、缩径杆、延长杆，可以装配出超过40,000种刀具。因为更换磨损的刀头时无需额外的安装步骤，MULTI-MASTER系列完全满足“无需对刀”这一重要原则的要求。无需将刀具从机床取下即可在机更换刀头，这大大缩减了停机时间。以上特点使得MULTI-MASTER系列在模具行业非常受欢迎。

## 数字化刀具集成

模具制造的小批量特性及对加工形状的高精度要求，使得规格上的任何偏差都会成为致命弱点，即使是一个微小的错误也会威胁到整个产品的质量。在工业4.0发展的推动下，现代制造业的数字化为模具制造商提供了克服这一障碍的有效工具——加工工艺的计算机建模。这确保了生产加工策略的实施，刀具路径和切削数据优化，并防止可能发生的碰撞。

伊斯卡通过在其电子样本（E-CATA）中加入铣刀组件选项，扩展了其数字化领域，其中包含可访问的、精确的数字化预加工刀具数据。基于ISO 13399标准创建的刀具装配数字表达，有助于在软件系统之间进行刀具信息的准确传送。将该新功能集成到模具制造商的CAD/CAM系统中，可以防止在车间加工过程中出现错误，而规划多个装配组件的能力为用户节省了时间和成本。伊斯卡计划扩展其工业4.0数据驱动产品，为模具制造商打通连接现代化制造的数字和虚拟世界。

## 结语

我们身边的很多产品都是用模具制造的，且大家对这些产品的需求仍在不断增长。各工业领域的发展对模具制造产生了巨大影响，如汽车业，模具消费的主力军之一。对模具的更多要求也就意味着对加工刀具的要求也将达到一个新的水平。伊斯卡认为刀具制造商应预见这些需求，并据此提供必要的解决方案。

www.iscar.com.cn



## 螺纹加工之五问五答

工件上螺纹加工需要考虑许多因素。整体硬质合金螺纹铣刀什么场合比可转位刀片形式更好？工件材料如何影响螺纹铣削？理解您的程序以及诊断出现的问题同样重要。幸运的是，通过提出五个具体问题可以更好地理解螺纹铣削。

### 什么时候想要螺纹铣削而不是丝锥？

在许多情况下，您可能要考虑使用螺纹铣刀而不是丝锥。这又回到了一个普遍的问题：丝锥断裂。由于丝锥与孔的尺寸完全相同，因此在加工螺纹孔时会产生很大切削力，在难加工的材料加工中切削力更大。此外，丝锥的切削刃始终在切削加工中，从而产生更多的热量。另一方面，螺纹铣刀与材料的接触较少，并且产生的热量要低得多，这在任何加工过程中都有额外的优势。最后，当使用丝锥时，铁屑更难以形成和排出。上面提到的所有这些因素很容易导致刀具损坏。当丝锥折断

时，通常会导致零件报废，因此，在制作低价的零件时，使用丝锥会更好。如果加工更昂贵的零件时丝锥断裂，那么您会面临着尝试取出丝锥并修复零件的挑战。这是一项耗时的操作，会影响您零件的质量和制造成本。

不仅当零件价格昂贵时要进行螺纹铣削，而且在加工大孔径时也要进行螺纹铣削。当然，丝锥与螺纹孔尺寸相同，因此对于4英寸螺纹直径，您需要4英寸直径的丝锥。不必购买这种昂贵的大尺寸丝锥或为每种螺纹尺寸储备不同的丝锥，您可以购买标准的螺纹铣刀并通过螺纹插补加工多个螺纹尺寸，包括那些大直径的螺纹。最后，在螺纹孔直径较大的情况下，螺纹铣刀会显著降低机床的能耗。

螺纹铣刀的其他优点包括能够通过控制刀具的切削路径来保证严格的公差。当刀具因磨损而略微收缩时，您可以通过使用刀具直径偏移量在机床上轻松补偿磨损量。

但是，在某些情况下，丝锥攻螺纹可

能比螺纹铣削更好。例如，在加工较长长度的螺纹时，您可能希望使用丝锥。由于没有径向载荷，因此不必担心丝锥的稳定性或刀具偏斜。此外，当更看重效率而非螺纹质量时，丝锥是更好的选择。在许多应用中，丝锥的循环时间比螺纹铣刀的循环时间短。但是，这仍然存在丝锥折断并花费您宝贵的时间将其取出的风险。

### 整体硬质合金螺纹铣刀与可转位螺纹铣刀如何选择？

在选择螺纹铣削时，您可以根据需要选择整体硬质合金或可转位螺纹铣削刀。可以从质量，重复精度和灵活性方面考虑，来决定选择使用何种刀具满足您的要求。

#### ● 整体硬质合金螺纹铣刀

螺纹质量和加工性能是整体硬质合金螺纹铣刀的主要优势。整体硬质合金螺纹铣刀每次运行和切削效率更快。由于两种不同直径之间要达到恒定的表面质量将采用不同的RPM。由于其较小的刀具直径，整体硬质合金螺纹铣刀将以更高的RPM运行。结合通常具有更多排屑槽的结构，可以采用更快的进给速度（in/min或mm/min）并缩短加工节拍。这些刀具通常在加工质量方面优于可转位螺纹铣刀，因为整体硬质合金螺纹铣刀螺纹磨削一致性更高。这样可以提高螺纹的一致性。刀具直径较小时，与工件的接触较少，从而也减少了热量的产生和偏转。

### 关于美国联合机械工程公司：

美国联合机械工程公司是孔加工和精加工刀具系统的领先制造商。公司致力于其先进的工程和制造能力，为全球金属切削行业提供最广泛的增值刀具选择。我们的刀具解决方案可在各种钻孔，铰孔，螺纹加工，镗孔和抛光应用中以最低的单孔成本提供服务。

美国联合机械位于美国俄亥俄州的多佛，为全球的最终用户提供最高水平的孔加工产品。精密的工程设计和专业的应用支持使Allied成为解决复杂的金属切削难题的首选。



### ● 可转位螺纹铣刀

大多数用户被可转位螺纹铣刀所吸引，因为它们具有频繁更换螺纹形式的能力。您可以仅需要一个刀体取下并更换不同的刀片，然后装在机床上加工出不同的形式或螺距的螺纹。最终，这使可转位螺纹铣刀更适用于小批量以及在制造中进行频繁转换和变更的工况。这又回到了刀具的灵活性上。您一次性购买了刀体，然后根据需要切换刀片。

总之，螺纹铣刀只是铣削螺纹形状和螺距，通常可用于左旋和右旋螺纹，内螺纹或外螺纹，多头螺纹和各种公差的情况。

### 材料如何影响



### 螺纹铣削应用？

螺纹加工中的材料去除与镗孔或车削等任何其他制造工艺没有什么不同。总有两件事要考虑：

- 去除了多少材料？
- 加工的材料是什么？

螺纹的螺距可以回答第一个问题。虽然细牙螺纹不需要去除很多材料，但是粗牙螺纹需要去除很多材料。这两个问题的组合也将帮助您确定是否可以一次性清除材料。无论您使用多少加工次数去除材料，就像镗孔或车削一样，都可以通过精加工来提高质量。如果需要，您应该参考制造商产品目录中的技术部分或螺纹铣刀编程软件（例如InstaCode）来选择适合

您的加工次数。

### 编程的最佳实践是什么？

如上所述，螺纹铣刀可以通过简单的编辑程序/刀具路径加工出各种螺纹，例如左旋或右旋，内部或外部螺纹。一般以增量运动而不是绝对运动编写程序。这样，您就可以将部分的代码作为子程序或子例程插入螺纹加工程序部分。加工多个孔时，这是有益的，因为只需要编译一个程序来完成。这也使您可以快速完成零件上方的测试运行来验证程序。除了以增量运动方式编程外，圆弧运动切入和切出将改善螺纹质量并延长螺纹铣刀的使用寿命。

### 螺纹铣削时应该如何诊断问题？

由于螺纹铣削产生径向切削力，因此应始终注意挠度。前面提到的因素，例如您要去除多少材料以及要加工什么样的材料，可以通过调整去除材料的加工次数以及速度和进给的组合来应对。此外，需要考虑您使用的刀柄。由于径向力和潜在的偏斜，有必要使用诸如铣刀刀柄，液压刀柄或热胀刀柄，以最大程度地减小偏斜。最终，这些刀柄夹持刚性更高，因此可以提高您加工的螺纹质量。

还必须了解编程的刀具路径是基于螺纹铣刀的中心还是螺纹铣刀的外径。这改变了在机床上应用磨损补偿的方式。尽管在加工螺纹时可能会遇到其他挑战，但问这五个问题有助于为成功应用奠定基础。有关其他螺纹铣削的技巧，请查看此《螺纹铣削袖珍指南》，或致电日易晖机械(上海)有限公司86-21-33632088咨询相关技术人员。[www.alliedmachine.com](http://www.alliedmachine.com)

# 创新， 总是 领先一步

惟德测量技术有限公司 ( Werth Messtechnik GmbH ) 在计算机断层扫描技术领域推出了一款全新的亚微焦点射线源；特别适用于在线测量、功率为500W的新型TomoScope XS；以及通过第三传感器轴、双轴转台和线色谱传感器的独特组合，扩展了ScopeCheck® FB 复合式测量机系列的灵活性。

## 多Z轴设计使多 传感器技术更加灵活

Werth ScopeCheck® FB为多Z轴设计，可完美整合多传感器技术，现在可提供一至三个独立传感器轴。这使得多个传感器可以不受限制地使用，而且不需要耗费时间更换传感器。每个传感器安装在自己单独的Z轴上，未激活状态的传感器可以停放在测量范围之外的停车位上。测量范围从530 mm x 500 mm x 350 mm到2130 mm x 1000 mm x 600 mm，该系列机器是测量各种大型工件的理想选择。

广泛使用的光学传感器和传统探针可以有效结合。例如，惟德专利的变焦镜头 Werth Zoom可以与惟德激光传感器WLP结合起来安装在第一Z轴上，带旋转接头、可从各个方向进行接触式测量的传统探针安装在第二Z轴，惟德专利光纤探针3D WFP，或者线色谱传感器CFL，或者固定倍率的远心镜头可以安装在第三轴上。

与所有的惟德机型一样，Scope-Check FB®可以配备双轴转台。采用特殊轴承技术的新转台，现在也可以对大型、重型和复杂的三维工件进行多点测量。装载工件的双轴转台通常取代了复杂的传感器接头，并且为大型传感器提供了接近相应工作区域的路径。不同方向的表面可以以最佳位置对准传感器系统并被测量。双轴转台可以作为附件很容易地安装在任意方向。



## TomoScope® XS 系列机器的扩展

TomoScope® XS FOV 500的推出，使广大用户可以以传统三坐标测量机的价格获得高性能计算机断层扫描测量机。一体化设计的免维护X射线源的管电压为160kV，以500W的功率提供快速的测量结果。新机器的X射线管质保两年，并且没有班次限制。该机型通过“飞行模式”功能和实时三维重构，可用于制程中测量和在线测量。其特点是可以进行自动装载，并能够全自动集成各类常用软件的端口。基础配置不含可移动的测量轴，但是对于大多数尺寸不超过150mm的工件来说，可完全满足测量需求。

TomoScope® XS and XS Plus机器采用一体式设计的微焦点射线源，管电压160kV，功率80W，焦点光斑尺寸为微米级。多对象测量与相对较高的管电压相结合，能够完成对分辨率和精度要求较高的在线、线内和线上测量任务。某些小工件如医疗植入物可以一起测量，测量点云将在测量软件中自动分离。每个工件的测量时间平均下来只有几秒钟。微焦点射线源能实现很高的分辨率，这是精确测量微小的细节如毛刺等所必须的。

## 亚微焦点射线源和高压微焦点射线源结合

TomoScope® XS FOV 500提供了一个新的解决方案，即将一个亚微焦点射线源和一个管电压300kV、功率80W的高压微焦点射线源结合起来，组成双源测量系统。凭借几微米的焦点光斑尺寸，即使是大的或高密度的工件也能以高分辨率和快速进行测量。此外，该机型还配备了用于光学测量的点色谱传感器。

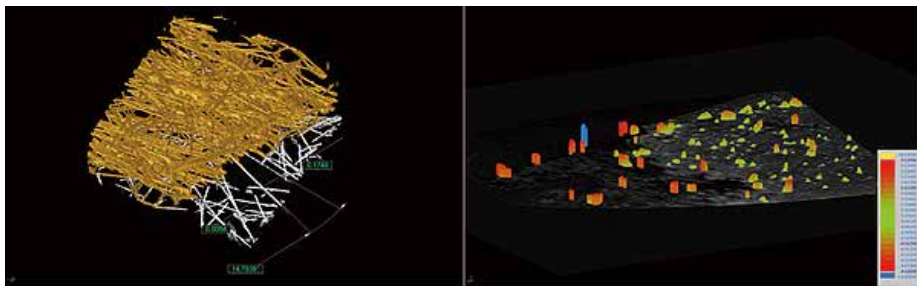


图4：过滤器的纤维结构（左）和尺寸在几个微米的颗粒的渗透深度（右，从工件内部到表面的视图）（© Werth Messtechnik）。



图1：ScopeCheck® FB上的多传感器测量系统：图像处理传感器和惟德变焦传感器（左），旋转接头上的传统探针（中间）和线色谱传感器（右）（© Werth Messtechnik）。



图2（左）：使用双轴转台解决复杂测量任务。

图3（右）：TomoScope XS FOV 500上一体式设计的免维护X射线源，管电压为160kV，以500W的功率快速提供测量结果。

新的微焦点射线源管电压为160kV，最大功率是30W。通过对电子束重新聚焦，焦点光斑尺寸可小于1 $\mu$ m，可实现的体积分辨率也是同一数量级的。因此，它可以测量颗粒的形状和相互关系（图2）。

## 计算机断层扫描的新软件功能

TomoScope®系列机器的测量程序现在可以完全离线创建。为此，需要工件的CAD模型、材料、测量参数等信息来模拟工件的体素体积和点云，同时要考虑三维图形中虚拟设置的机器尺寸。通过模拟，创建的测量程序非常接近现实，可以立即用于实际测量。工件现在可以在X射线束的任何一点进行测量，无需分开校准放大倍率。

基于CT测量过程模拟的虚拟自动修正功能VAK，可用于锥形伪影的校正。对比测量显示，使用该功能伪影减少了90%，测量精度也相应提高。

另一个新功能是摆动式和平面式层析功能。通过这一功能，捕获传输图像的角度范围缩小了，可以测量更大长宽比的工件，如印刷电路板等。全局和局部的理论/实际对比使用共同的偏差显示方式，可更加容易地评估测量结果。

www.werth.com.cn

# 准备好迎接能源储存和计算方面的新领域了吗？

## Ready for new frontiers in energy storage, computing?



Jennifer L.M. Rupp  
Thomas Lord Assistant  
Professor of Electrochemical  
Materials

要了解陶瓷在电子领域的发展方向，你必须着眼于微观——是那种真正意义上的小尺度，比如厚度只有几百纳米的陶瓷。

微型陶瓷已经在普通产品的运作中发挥了关键作用，例如计算机、智能手机、汽车电子控制器和传感器、电视和医疗设备当中。

但是那些新型、更小尺寸的陶瓷薄膜注定会产生更大的影响。除了刚才提到的电子产品，它们还可以用于各种不同的应用中，包括通过固态电池和太阳能合成燃料转换器进行可替代能源储存，以及用于神经形态计算、人工智能和环境化学追踪的新型设备当中。

为这些新的应用开发出更小规模的陶瓷薄膜需要克服几个重大的障碍。例如，固态电池的大规模集成取决于能够在尽可能低的加工温度下组装这些电池材料，同时保持锂的高传导性。然而，在集成陶瓷薄膜电解质同时能在低加工温度下保持高锂浓度和传导性，已被证明是相当具有挑战性的。

“一种新的陶瓷薄膜加工方法很可能开发出更薄的固体陶瓷电解质。这可能首先会导致电动汽车电池上的改进。”

我们在实验室一直致力于解决这个问题，最近开发了一种创新的方法来生产富含锂的陶瓷薄膜，而且厚度只有大约 330 纳米。在这里，我们展示了一种选择性陶瓷加工策略，通过多

层的演化直接在锂 - 石榴石薄膜中建立锂库，这样就可以在极低的加工温度下获得锂化和快速传导的立方体固态电池电解质。

这项技术将加工温度降低了数百度，同时创造了一个具有高浓度锂的陶瓷薄膜。这种新材料保持了高水平的导电性。我们生产的陶瓷薄膜显示出锂基电解质化合物迄今为止最快的离子传导性。通过多层加工方法加工的锂 - 石榴石薄膜表现出最快的离子电导率  $2.9 \pm 0.05 \times 10^{-5} \text{ S cm}^{-1}$ （在室温下）和所需的立方相结构，但在加工温度降低 400°C 的情况下稳定下来。

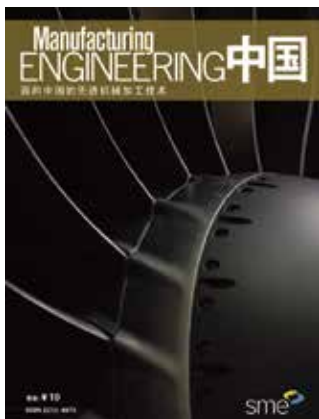
这种方法使未来的固态电池架构通过设计有了更多的阴极体积空间，并降低了加工温度。

还有很多的测试需要做，但我们希望这种新的加工方法可以开发出更薄的固体陶瓷电解质，这反过来可能导致电动汽车电池的改进。

用阻燃的固体陶瓷电解质取代传统锂电池中用作电解质的易燃液体有机溶剂，可以使电池更加安全。此外，陶瓷电解质可以使电动汽车电池更轻，充电更快，更持久，更耐用。

除了应用于电动汽车电池之外，这种新型陶瓷薄膜加工技术还可以用于其他领域，在这些领域中，富锂的固态材料可以用来触发电化学过程。我特别感兴趣的是用于存储和转换能量、计算信息或感知二氧化碳或各种环境污染物的设备的纳米制造结构和微小系统结构当中。

随着我们向低碳能源的未来过渡，像这样的应用将变得越来越重要。



## “YES, 我渴望获得先进机加工培训！”

### 先进培训推动中国向智能制造转变

ME中国：先进的工程技术内容都精选自Manufacturing Engineering。经审核的高层人员可免费订阅本刊。



请将以下信息发送给我们。

- 姓名
- 公司地址及邮编
- 职位
- 公司网址
- 公司名称

并注明“我想订阅ME” [subs@icgl.com.hk](mailto:subs@icgl.com.hk) 或登录 [www.ChinaEngineeringMedia.com](http://www.ChinaEngineeringMedia.com)



# Xtra-tec® XT 性能与可靠性兼备， 展望全新未来。



性能与可靠性 —— 二者兼顾，与众不同。

Xtra-tec® XT —— 瓦尔特非常成功的铣削刀具系列的新一代，最新的结构特征广受好评：  
重新设计 Tiger-tec® 可转位刀片的安装位置，在性能明显提升的同时保证极高的工艺可靠性。

生产效率的全新未来：Xtra-tec® XT —— 瓦尔特 Xtended 技术。



## 针对细微精密零部件进行高速、 高精、高效加工的PO机型

| 项目                          | 机型 | P013                      | P014   | P033   | P034   |
|-----------------------------|----|---------------------------|--------|--------|--------|
| 最大加工直径 (mm)                 |    | φ1                        |        | φ3     |        |
| 最大加工长度 (mm)                 |    | 30mm(开闭型导套) / 35mm(固定型导套) |        |        |        |
| 主轴最高转速 (min <sup>-1</sup> ) |    | 25,000                    |        | 20,000 |        |
| 背轴最高转速 (min <sup>-1</sup> ) |    | —                         | 25,000 | —      | 20,000 |
| 总刀具数 (支)                    |    | 11                        | 14     | 11     | 14     |
| 快移速度 (m/min)                |    | 20                        |        |        |        |
| 机器重量 (kg)                   |    | 1,050                     | 1,100  | 1,050  | 1,100  |
| 机器尺寸 (mm)                   |    | 1,770×820×1,600           |        |        |        |



插针 (接插件行业)  
尺寸: φ0.5×2mm  
材质: SUS304



插孔 (接插件行业)  
尺寸: φ0.95×4.0mm  
材质: BeCu



滚轴 (钟表行业)  
尺寸: φ0.61×2.7mm  
材质: SK4



津上精密机床(浙江)有限公司  
浙江省平湖经济技术开发区平康路2001号  
TEL: 0573-8526-8718  
FAX: 0573-8526-8728  
www.tsugami.com.cn

生产一台机床·提供一份感动

公司秉承拥有悠久历史的日本津上“TSUGAMI”、“津上”品牌“高精度、高速度、高刚性”的技术和品质，专业研发、生产和销售精密自动车床、精密刀塔车床、精密加工中心、精密磨床等各类高端精密数控机床。

全国统一客服热线: 4008-220-330 135-1131-7818